

INSTITUT CARNOT
POLYNAT

RAPPORT
D'ACTIVITÉ

2016
2017





ÉDITO

L'institut Carnot PolyNat se re-labellise en s'élargissant et en renforçant son périmètre scientifique : désormais c'est un réseau de huit partenaires grenoblois développant en parfaite synergie **une ingénierie verte des carbohydrates au service de l'innovation et à l'écoute des problématiques industrielles.**



Notre objectif est centré autour de l'éco-conception et éco-production de nouveaux matériaux et systèmes fonctionnels biosourcés, performants et innovants. Il est articulé autour de défis visant la levée de verrous scientifiques et technologiques. Cela va de la fonctionnalisation de briques élémentaires biosourcées, de leur auto-assemblage/nano-organisation contrôlé, à la miniaturisation des dispositifs et la preuve de concept à l'échelle pilote.

Dans le tissu local académique, PolyNat s'inscrit en parfaite adéquation avec la dynamique de la COMUE de Grenoble- L'Université Grenoble Alpes et les objectifs du projet IDEX impliquant notamment les partenaires de PolyNat dans le projet Glyco@Alps « Cross Disciplinary Program (CDP) ».

Dans ce contexte, notre objectif est aussi d'amplifier nos échanges avec les services Valorisation de la COMUE de Grenoble et la SATT Linksum, afin de mieux valoriser nos projets scientifiques vers le tissu industriel.

Sur le volet International, PolyNat se distingue de par son initiative à travers l'organisation annuelle du Forum Industries depuis 2015, et a réussi de ce fait à faire son entrée sur le plan international avec des partenaires industriels.

Pour conclure, ce rapport d'activité vous donnera un aperçu de l'implication forte de nos partenaires et chercheurs, et la synergie engendrée dans nos thématiques phares que sont les (Bio)Matériaux de demain et leurs utilisations, via nos partenaires industriels, dans diverses applications.

Je vous souhaite une excellente année 2018 et beaucoup de succès dans vos projets.

Redouane Borsali,
Directeur de l'Institut Carnot PolyNat

Janvier 2018



SOMMAIRE

1. Présentation de PolyNat p.3

- Gouvernance
- Compétences
- Marchés visés
- Objectifs
- Chiffres clés 2016
- PolyNat dans le système Grenoblois

2. Le Réseau Carnot p.10

3. Recherche p.12

- Défis scientifiques
- Plateformes et équipements
- Projets financés en 2016 et 2017

4. Évènements annuels p.41

- Temps forts
- RDV Carnot, Visiting Committee
- Journées PolyNat
- Forum International Industries



1. PolyNat Présentation

Après cinq années riches en collaborations scientifiques et en partenariats industriels, PolyNat a reçu pour la seconde fois le label d'excellence Carnot.

Notre institut a ouvert son horizon à trois nouveaux partenaires qui viennent consolider son offre de compétences auprès d'industries toujours en quête d'innovations, tirant le meilleur parti de la biomasse végétale, source d'inspiration pour l'émergence de produits et procédés propres, sobres et frugals.

PolyNat a aujourd'hui pour ambition de concevoir pour et avec les entreprises, de nouveaux matériaux et dispositifs biosourcés ayant des propriétés jusqu'alors inégalées, et élaborés à partir de ressources durables et renouvelables.



GOUVERNANCE

Afin d'assurer une gouvernance forte et équilibrée, PolyNat s'appuie sur trois comités directeurs travaillant en synergie :



COMITÉ DE DIRECTION

Présidé par Redouane Borsali

Le **Comité de direction**, est composé d'un représentant de chaque structure partenaire de l'Institut Carnot PolyNat, et se réunit chaque trimestre.

Ce comité a pour principales missions de piloter l'institut, coordonner la recherche partenariale, valider les projets R&D et définir la stratégie de communication de l'institut.

propose des axes stratégiques

finance des actions

MEMBRES PERMANENTS DU COMITÉ DE DIRECTION

Redouane Borsali
Laurent Heux (CERMAV)
Gilles Lenon (CTP)
Julien Bras (LGP2)
Nadia El Kissi (LRP)
Robert Peyroux (3SR)
Serge Cosnier (DCM)
Ahcène Boumendjel (DPM)
Michel Petit-Conil (FCBA)

COMITÉ D'ORIENTATION STRATÉGIQUE

Présidé par Gilles Lenon

Ce comité propose une stratégie de valorisation des résultats issus de projets R&D financés par le Carnot. Il développe une veille prospective en s'appuyant sur des outils d'intelligence économique afin de profiler les entreprises avec lesquelles PolyNat est susceptible de développer des relations partenariales.



COMITÉ DE COORDINATION SCIENTIFIQUE

Présidé par Serge Cosnier

Ce comité est composé du directeur de l'institut et de deux représentants scientifiques de chaque structure de PolyNat. Il se réunit deux fois par an, en automne à l'occasion des auditions des projets déposés à l'appel à projets, et au printemps lors des journées PolyNat pour faire le bilan des projets de ressourcement financés.



valorise les résultats

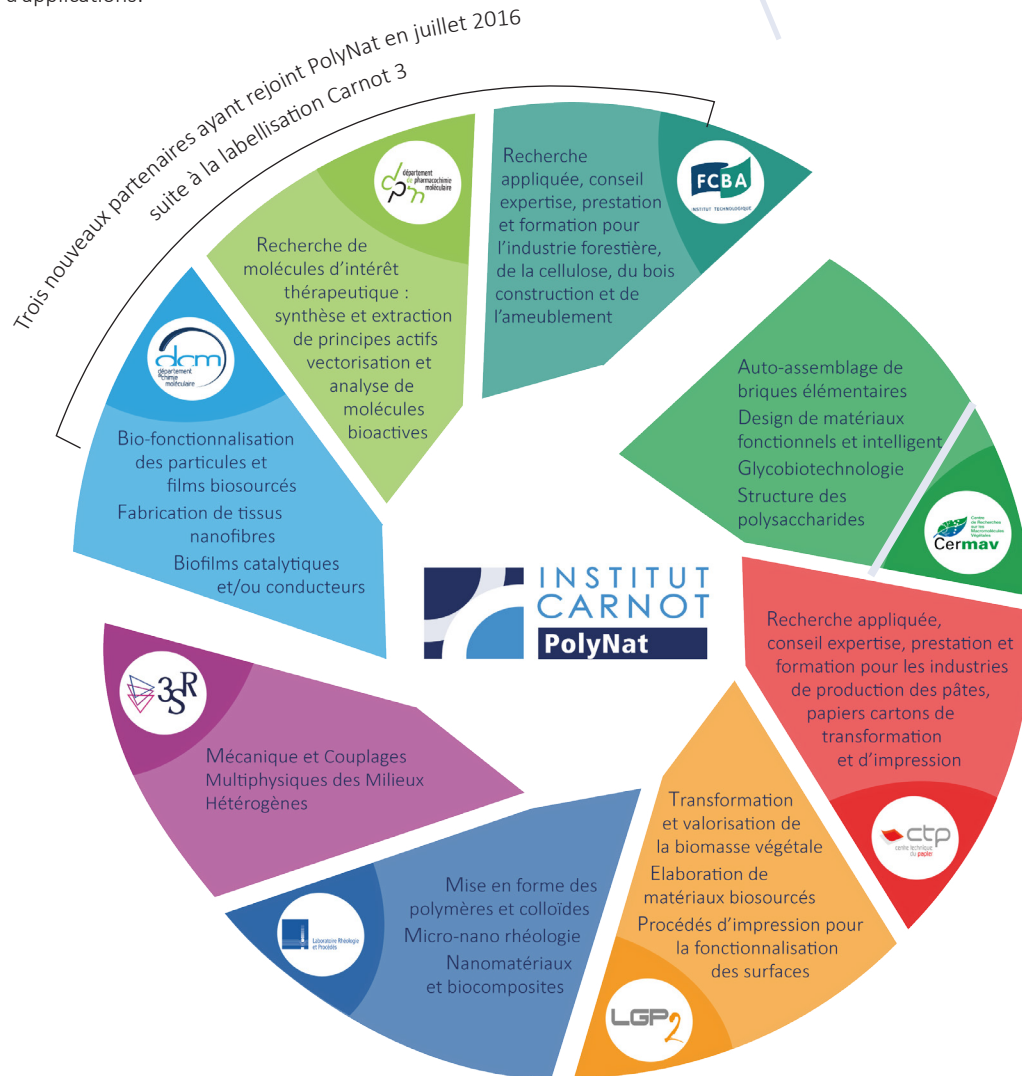
COORDINATION, GESTION, COMMUNICATION

Charlène Efligenir
Chargée de mission



COMPÉTENCES

L'Institut Carnot PolyNat regroupe les compétences de huit partenaires Grenoblois couvrant un très large domaine d'applications:



MARCHÉS VISÉS

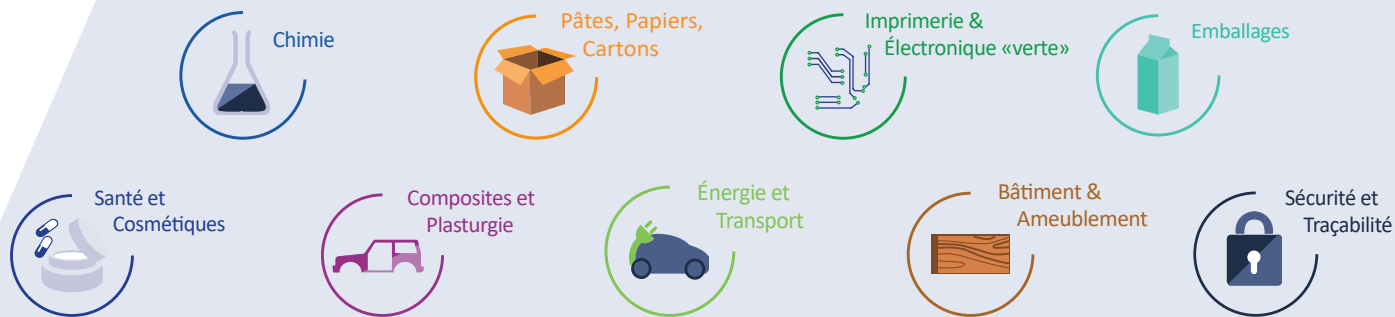
PolyNat a pour vocation de créer de nouveaux matériaux biosourcés fonctionnels et innovants.

Les propriétés recherchées par l'ensemble de nos équipes permettent de cibler une vaste diversité de marchés et de proposer à l'industrie des méthodes et matériaux cohérents avec les nouveaux enjeux socio-économiques d'aujourd'hui et demain.

Les secteurs visés à court terme sont ceux où les membres de PolyNat ont acquis une forte expertise : **la chimie**, l'industrie des **pâtes, papiers et cartons**, **l'emballage**, **l'imprimerie**, **les cosmétiques**, etc.

L'arrivée de trois partenaires permet à PolyNat de s'adresser à de nouveaux marchés prometteurs :

- **L'électronique** associée à des procédés verts tels que l'électronique imprimée, la plastronique ou les biocapteurs ;
- **L'énergie** issue de la biomasse ou de **biopiles électrochimiques** ;
- La **pharmacochimie** avec les thématiques de l'extraction des molécules de la flore alpine, du diagnostic, de l'adressage médicamenteux, de la chimie des molécules actives ;
- **Les produits bois**, depuis l'amélioration des essences jusqu'aux produits finis bois pour l'ameublement et la construction.



Quels objectifs pour PolyNat ?

PolyNat a pour ambition de progresser sur tous les axes : la prospective et contractualisation, la recherche collaborative, la valorisation des résultats prometteurs, et ceci en développant sa démarche qualité.

L'institut poursuit son effort de recherche partenariale pour permettre à l'industrie d'innover

Le Forum International Industries PolyNat

Depuis 2015, cet évènement s'est imposé comme un rendez-vous annuel incontournable pour notre institut qui invite ses partenaires socio-économiques à venir présenter leurs perspectives R&D et échanger avec nos chercheurs sur l'avenir des matériaux biosourcés.

Le financement de missions à l'international

Soutenir les collaborations de nos chercheurs avec l'international est primordial, c'est pourquoi chaque année PolyNat s'engage à financer plusieurs missions de prospection. En 2016 et 2017, PolyNat a financé six missions de prospection au Japon, en Afrique du Sud, et en Suède à la rencontre d'entreprises du papier et de l'électronique verte.

Les rendez-vous d'affaires

Chaque année, PolyNat est présent aux rendez-vous d'affaires MICM (Matériaux Innovants et Chimie des Matériaux) à Bordeaux, et bien évidemment aux RDV Carnot, évènement majeur pour le soutien à l'innovation des entreprises.

Rapprochement avec les structures locales

Afin d'accentuer ses efforts de prospection, mais également renforcer les processus de valorisation et maturation, PolyNat développe ses relations avec structures locales comme les pôles de compétitivité, mais également la SATT Linksiium de Grenoble.

Mise en œuvre d'une démarche de bonnes pratiques :

Développement d'actions de communication afin d'améliorer son affichage au sein de la communauté scientifique depuis la nouvelle labellisation.

Organisation d'un « Visiting Committee » : chaque année PolyNat invite ses principaux partenaires institutionnels et socio-économiques à un Visiting Committee afin de définir les orientations stratégiques du Carnot.

Mise en œuvre d'une démarche qualité qui oriente les chercheurs dans une relation partenariale du premier contact jusqu'à l'achèvement du projet.



CHIFFRES CLÉS

Données scientifiques (2016)



316

brevets détenus
en portefeuille



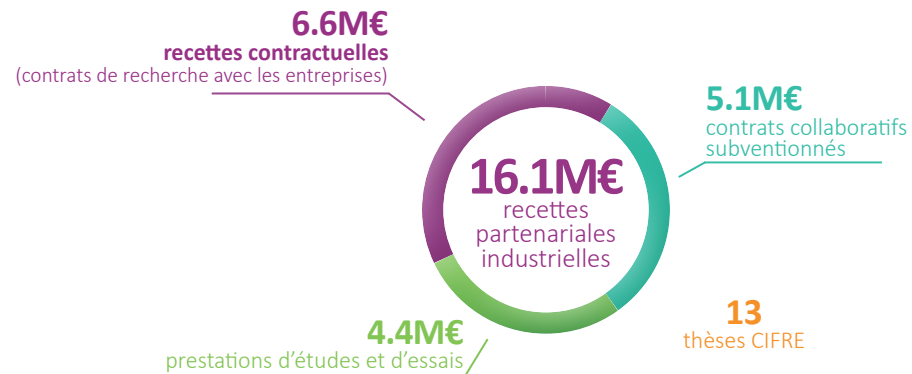
250

publications
de rang A

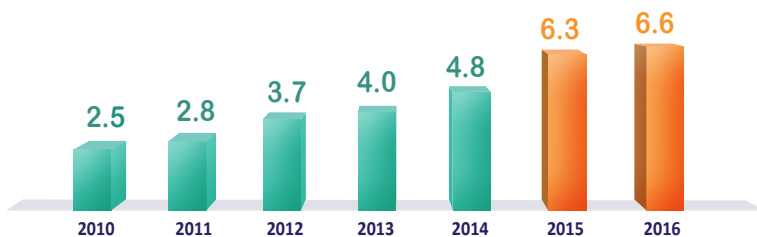


400 personnel
de recherche
dont **100** doctorants

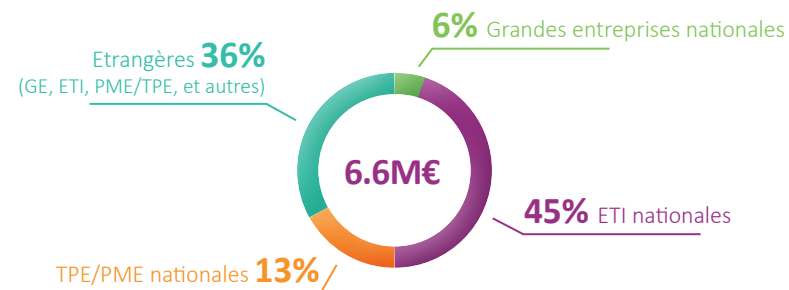
Données contractuelles (2016)



Evolution des contrats de recherche depuis 2010 (M€)



Répartition des contrats de recherche par typologie d'entreprise



POLYNAT ET SON ENVIRONNEMENT





2. Le réseau Carnot

Qu'est que le réseau Carnot?

Le réseau des instituts Carnot est **un réseau de structures de recherche pluridisciplinaire** à fort ancrage territorial pour le transfert de technologies et l'innovation des entreprises.

Chaque institut Carnot labellisé s'engage à mener et développer son activité R&D pour soutenir l'innovation des entreprises.

Suite au troisième appel à candidatures Carnot de 2016, le Ministère chargé de la Recherche a attribué le label Carnot à 38 structures.

Les chiffres clés du réseau Carnot

29 instituts Carnot

9 tremplins Carnot, qui représentent

50% de la R&D confiée par les entreprises à la recherche publique française

soit **11 000** contrats de recherche par an

Qu'apporte PolyNat aux entreprises en faisant parti du réseau Carnot?

L'excellence scientifique et professionnalisme de la relation partenariale ;

Le respect des exigences de la charte Carnot pour garantir la satisfaction des partenaires, avec notamment :

- Une gestion professionnelle de la confidentialité ;
- Une politique de propriété intellectuelle et de transfert lisible et équilibrée ;
- Un accès facilité aux compétences scientifiques et technologiques ;

Des réponses adaptées aux besoins et contraintes des entreprises tout au long du projet ;

Une appréhension des attentes des entreprises pour anticiper les évolutions des marchés ;

La mobilisation des compétences et plateformes technologiques nécessaires pour répondre aux demandes des entreprises, notamment en prenant compte des spécificités des PME et ETI des différentes filières industrielles.

3. RECHERCHE




DÉFIS SCIENTIFIQUES

Pour soutenir sa stratégie de développement d'activité partenariale, l'institut Carnot PolyNat finance chaque année des projets de recherche à potentiel industriel portés par des équipes issues d'au moins deux laboratoires membres de l'institut.

Chaque projet doit avoir pour vocation la génération de nouvelles connaissances, la validation de concepts nouveaux pour la formulation d'offres technologiques ou de développement de produits, conformes aux attentes des entreprises et l'engagement d'industriels vers la bioéconomie dans des programmes collaboratifs ou des partenariats directs. Ces actions répondent à un ou plusieurs des quatre défis scientifiques identifiés par PolyNat :

4 défis scientifiques


Obtention et caractérisation de briques élémentaires biosourcées



DÉFI 1

- ▶ Oligosaccharides, glycopolymères, biopolymères, nanocellulose, fibres de cellulose;
- ▶ Procédés d'extraction, de purification, et de séparation;
- ▶ Utilisation de solvants «verts» et procédés économes en énergie


Leur auto-assemblage contrôlé et nano-organisation



DÉFI 3

- ▶ Auto-assemblage dirigé des briques élémentaires;
- ▶ Procédés innovants pour l'obtention de matériau nano-structurés : nanoprécipitation, «spin et/dip-coating»;
- ▶ Développement de surfaces intelligentes, matériaux tridimensionnels, glyco-nanoparticules multi-compartimentées et fonctionnalisées


Leur fonctionnalisation pour de nouvelles propriétés originales



DÉFI 2

- ▶ Modifications chimiques/enzymatiques ou traitements physiques des (macro)molécules biosourcées;
- ▶ Élaboration de dispositifs biosourcés aux propriétés innovantes : matériaux hydrophobes, antimicrobiens, bionano-électroniques, etc

La maîtrise des procédés d'élaboration et de mise en forme des matériaux biosourcés



DÉFI 4

- ▶ Adapter ou développer des techniques favorisant le transfert industriel
- ▶ Étude des interactions aux interfaces pour une éco-conception des dispositifs biosourcés

Une approche intégrée : de la preuve de concept du laboratoire à l'échelle pilote

PolyNat vise la démonstration à l'échelle pilote du potentiel de production des matériaux élaborés à travers les quatre défis.

Les contraintes réglementaires et les enjeux environnementaux sont pris en compte à toutes les étapes de développement.

Des moyens transversaux de modélisation, simulation, caractérisation

Pour chacun de ces défis, les recherches menées s'appuient sur le développement ou l'adaptation d'approches associant caractérisation expérimentale, modélisation et simulation.

PLATEFORMES



Des ressources technologiques dédiées aux
nano-sciences



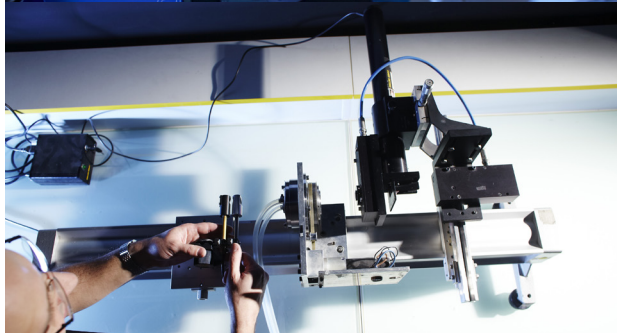
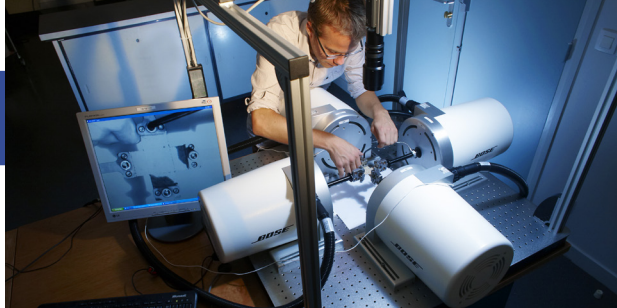
Des équipements pour le contrôle et le
développement des **matériaux fluides** et de
leurs **procédés industriels**



Un partenariat autour de deux thématiques :
«**Papier intelligent et impression du futur**»,
«**biomatériaux, bioénergies, bioprocédés**»



Des équipements pour la production de
fibres et **particules lignocellulosiques**
fonctionnalisées et la mise en forme de
panneaux de process



ET INSTRUMENTS



Développer des solutions innovantes pour
l'**emballage de demain**



Un pôle d'innovation pour l'**électronique
imprimée** pour les **imprimeurs transformateurs**



PolyNat est partie prenante dans différentes plateformes scientifiques sur le site grenoblois, et bénéficie d'un accès privilégié aux grands instruments pour l'imagerie et la modélisation jusqu'à l'échelle nanométrique



PROJETS FINANCÉS

BILAN RESSOURCEMENT

9 projets financés

1 projet Inter-Carnot

Budget total

2016 **908 892 €**

13 projets financés

Budget total

2017 **756 000 €**

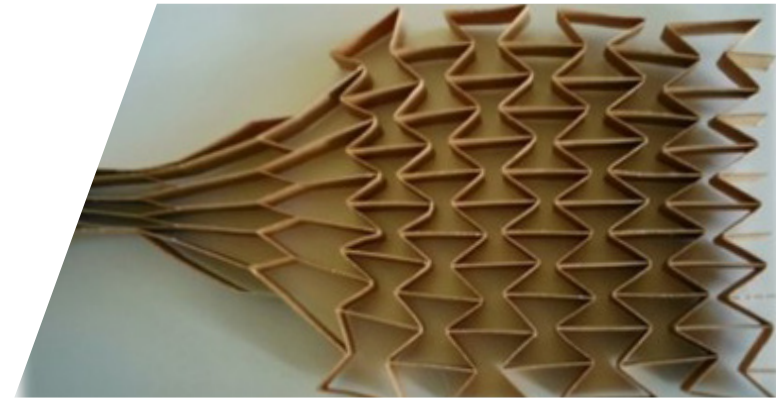




PROJETS
2016

AME3D

Développement de structures 3D papiers pour matériaux d'âme structurelle



Les matériaux sandwichs sont utilisés dans de nombreux secteurs industriels. Les propriétés mécaniques en flexion/torsion, en compression en plat, de résistance aux chocs ainsi que les propriétés thermiques ou acoustiques des panneaux sandwichs sont en particulier induites par la structure tridimensionnelle de l'âme.

Les âmes ondulées et en nids d'abeilles sont les plus utilisées dans le domaine papetier. Cependant, ces configurations n'offrent qu'une gamme réduite de propriétés physiques et mécaniques.

L'objectif du projet Ame3D est de développer des nouvelles géométries d'âmes, tridimensionnelles légères et performantes afin d'améliorer ces propriétés et de positionner les matériaux sandwichs à base de fibres celluloseuses sur de nouvelles applications.

Deux stratégies de développement de nouvelles architectures d'âmes ont été étudiées:

1. Des géométries alvéolaires structurées de type « ré-entrant » ont été élaborées par découpe/pliage/collage. Elles confèrent un comportement auxétiq aux panneaux et améliorent très significativement leur comportement à la flexion (*image*).
2. Des structures 3D aléatoires ont été élaborées par froissage de papiers de haute densité. Elles forment des panneaux aux performances mécaniques très intéressantes, se situant entre les mousses polymères flexibles et les mousses rigides. Leur utilisation pourrait être envisagée dans de nombreux domaines.

LE MOT DU PORTEUR



Jérémie Viguié, Ingénieur de recherche, CTP

« Ame3D était un projet captivant car l'approche utilisée était très originale : former des matériaux aux propriétés nouvelles à partir de papiers commerciaux tout à fait standards »



LES PARTENAIRES

CTP : David Guérin, Laurence Leroy
LGP2 : Isabelle Desloges
3SR : Jean-François Bloch, Laurent Orgéas

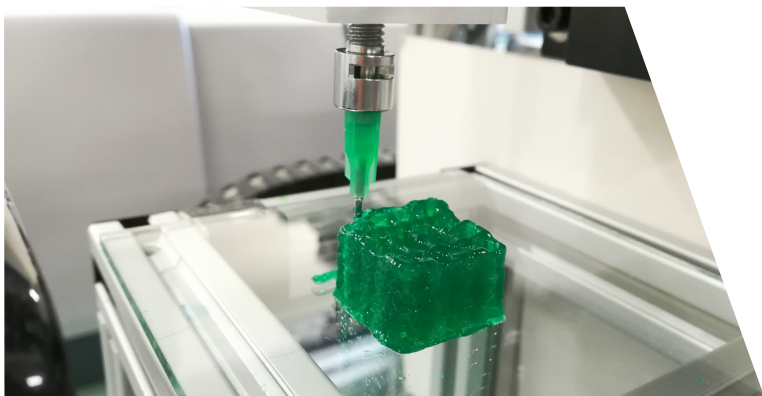


Image : Structure 3D complexe stable par impression 3D de l'alginate réticulé en utilisant un nouveau procédé d'impression 3D/réticulation in situ

L'objectif de BIO3D est d'optimiser les processus d'impression 3D de gels biosourcés. Les matériaux étudiés sont des hydrogels de microfibrilles de cellulose (MFC), des biopolymères stimulables comme l'alginate, des gels sensibles au pH ainsi que leur composites.

Une attention particulière est portée à la rhéologie des gels, aux processus physiques et physicochimiques de leur gélification au cours de l'impression et à la stabilité spatiotemporelle des structures imprimés.

Une première phase a consisté à l'élaboration d'imprimantes 3D multifonctionnelles adaptées aux gels biosourcés à simuli et aux gels pâteux comme les MFC.

Une étude de la relation entre la rhéologie et l'imprimabilité des gels rheofluifiant a été réalisée sur des gels de polymères associatifs et sur des composites de MFC modifiés.

La stabilité spatiotemporelle des structures imprimées en relation avec leur seuil d'écoulement, leur temps de relaxation ou de recouvrance après déstructuration a été étudié. On montre que le seuil d'écoulement est un paramètre crucial dans la stabilité des structures imprimées.

Dans une autre étude un nouveau procédé a été développé pour une impression 3D efficace de l'alginate avec une réticulation in situ par les ions calcium pour une meilleure stabilité spatiotemporelle des structures.

LE MOT DU PORTEUR



Yahya Rharbi, Chargé de recherche CNRS, LRP

« Les possibilités qu'offre l'impression 3D à l'industrie de demain semblent infinies et repousser ses limites aux matériaux biosourcés est un défi captivant et un projet passionnant. »

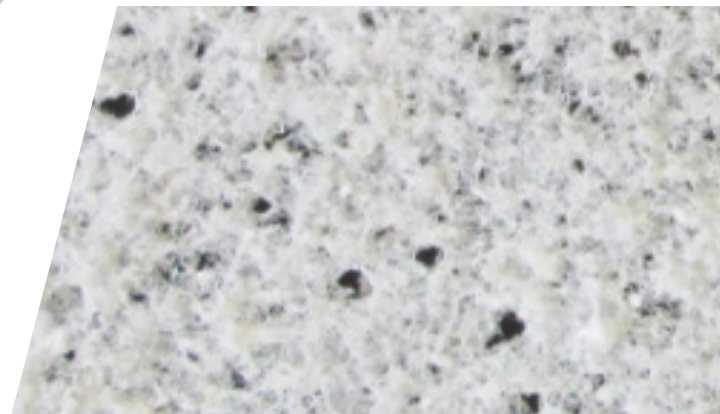
LES PARTENAIRES

LRP : Nadia El Kissi, Didier Blésès,
Ahlem Romdhane, Ako Komla,
CTP : Elisa Zeno
LGP2 : Davide Beneventi



CELLUFOAM

Mousses de cellulose



Le projet Cellufoam vise à développer des mousses bio-sourcés, avec des caractéristiques similaires à celles des mousses pétro-sourcés (polystyrène expansé, mousses de polyuréthanes), traditionnellement utilisées dans les emballages pour améliorer la résistance aux chocs, à la compression et l'isolation thermique.

Ce projet, qui s'inscrit dans la suite du projet Microfoam (financé par l'IC PolyNat en 2015), a permis de finaliser et valider la méthodologie d'étude et sélection de tensioactifs mais aussi la construction d'un pilote de génération de mousse entièrement instrumenté.

Ce pilote, ainsi qu'un générateur commercial de type rotor-stator ont été utilisés, avec succès, pour produire en continu des mousses stables, notamment avec un tensioactif commercial dérivé des sucres.

A ce jour, il ne reste plus qu'à mieux déterminer le rôle de matériaux cellulosiques et la technologie de séchage, afin de proposer un procédé industrialisable de production de mousses bio-sourcés, compétitives avec celles pétro-sourcées.

LE MOT DU PORTEUR



Elisa Zeno, Chef de projets, CTP

« Le projet Cellufoam nous a permis d'une part de consolider notre expertise dans le domaine des mousses et d'autre part de confirmer la bonne dynamique sur cette thématique entre le CTP, le LGP2 et le LRP. Grace à cette forte collaboration, à laquelle la post-doctorante Julie Chapelain a participé très activement, aujourd'hui nous disposons d'une plateforme d'outils importante dans ce domaine et sommes de plus en plus proches du transfert industriel de la production de mousses biosourcées à base de cellulose. Ces résultats ont permis également de susciter l'intérêt de certains de nos clients. »



DÉFI 1



DÉFI 4

LES PARTENAIRES

CTP : Bruno Carré
CERMAV : Redouane Borsali, Issei Otsuka,
Sami Halila
LGP2 : Davide Beneventi
LRP : Yahya Rharbi, Emeline Talansier

Développement d'outils qualitatifs des lignines industrielles spécifiques à leur utilisation/modification



Environ 80 Mt de lignines sont potentiellement disponibles chaque année dans les usines de pâtes et papiers. Seulement 1,5 Mt sont valorisées, principalement des lignosulfonates comme dispersants, émulsifiants et surfactants.

Les lignines Kraft représentent 95% de la ressource en lignines et sont brûlées en chaudière contribuant à l'autosuffisance énergétique des usines. C'est un polymère aromatique irrégulier, réticulé, de taille moléculaire modique, peu soluble dans les solvants usuels et insoluble dans l'eau, disposant de groupements fonctionnels responsables de sa réactivité chimique et sa thermo-sensibilité. L'obstacle majeur à une meilleure valorisation de la lignine Kraft est la complexité de la molécule lui conférant un comportement souvent mal maîtrisé.

Sa caractérisation chimique précise est coûteuse et complexe, faisant appel à des méthodes spectroscopiques telles que la RMN du proton, du carbone et du phosphore, ou par des méthodes de dosages chimiques longues et fastidieuses, et maîtrisées par peu de laboratoires.

LE MOT DU PORTEUR



Frédérique Bertaud, Ingénieur Projets, CTP

*Ce projet a permis une collaboration complémentaire CTP-LGP2 sur les lignines pour le développement de la Bioraffinerie appliquée aux usines de pâtes. Le CTP était désireux de proposer à ses partenaires industriels une caractérisation des lignines exhaustive et ciblée 'application'. Le LGP2 souhaitait valider ses derniers développements analytiques, et approfondir ses connaissances sur la macro-structure des lignines. Hélène Lichère (stagiaire) et Luis Serrano (post-doctorant) sont parvenus à mettre en place des dosages titrimétriques permettant d'évaluer la réactivité des lignines industrielles. Ils sont mis en œuvre en routine au CTP, et ont fait l'objet d'essais inter-laboratoires au niveau international. La méthode GPC d'évaluation des masses moléculaires est désormais largement mise en application dans la Thèse de Suddha Esakkimuthu au LGP2. **Résultats 100% exploités !***

Ce projet a eu pour objectif de mettre en place des méthodes analytiques rapides et fiables de caractérisation des lignines industrielles, permettant d'évaluer les indicateurs clés de différenciation des lignines selon les propriétés recherchées :

- i) les groupements sulfoniques (L-SO_3^-) qualifiant l'aptitude à la solubilisation des lignosulfonates et des lignines kraft sulfonées
- ii) les fonctions hydroxyles aromatiques (Ar-OH/Ar-O) mises en jeu lors des modifications chimiques des lignines et reflétant la réactivité des lignines, et
- iii) la distribution des masses moléculaires révélant la macro-structure des lignines et leur hétérogénéité par GPC.

Ces outils, mis en œuvre sur des lignines industrielles et commerciales d'origines différentes, ont permis de définir des critères de qualité des lignines Kraft/soda en référence aux lignosulfonates déjà commercialisées.



DÉFI 1



DÉFI 4

LES PARTENAIRES

LGP2 : Gérard Mortha,
Nathalie Marlin

ROCOCO

Roll spin, Coagulation et
Core shell electrospinning
de cellulose dissoute



Gélification d'une solution de cellulose dissoute dans LiCl/DMAc par ajout de volumes croissants d'eau

Le projet ROCOCO s'est intéressé à essayer de remplacer des fils / nano-fils pétro-sourcés par des fils issus de cellulose dissoute régénérée, pour des applications textiles (fils) mais aussi pour la fabrication de nano fils structurés par électro-spinning.

Pour l'application fils textile, le travail s'est surtout focalisé sur les possibilités de dissoudre des celluloses de haut poids moléculaire (DP > 400) dans de la soude concentrée à froid en tant qu'alternative aux procédés viscose et Lyocel.

Les résultats ont montré qu'une dissolution significative (> 80 %) pouvait être obtenue mais à trop faible concentration (1 %), autour de -10 – 0°C, et surtout pour des DP < 400.

Par ailleurs, plusieurs pré traitements de la cellulose ont été réalisés pour faciliter la dissolution, mais ces derniers n'ont pas permis de sortir de la courbe caractéristique identifiée % Dissolution / DP.

Une méthodologie complexe utilisant la DLA et la DSC a aussi été développée pour suivre la cinétique de gélification et les caractéristiques du gel de cellulose régénérée.

Enfin des nanofils structurés à partir de cellulose dissoute régénérée ont pu être fabriqués par électrospinning, formant soit des fils coaxiaux, soit des membranes filtrantes.



LES PARTENAIRES

CTP : Auphélia Burnet, Saurabh Kumar
CERMAV : Issei Otsuka, Yoshiraru Nashiyama, Laurent Heux, Redouane Borsali,
LGP2 : Dominique Lachenal, Nathalie Marlin, Gérard Mortha,
LRP : Denis Roux, Frédéric Bossard, François Caton
3SR : Lucie Bailly, Laurent Orgéas

LE MOT DU PORTEUR



Bruno Carré, Responsable de l'équipe «structuration des matériaux», CTP

« Je suis très content de ce projet PolyNat qui est le premier dans lequel je suis impliqué. Il m'a permis d'initier des collaborations intéressantes et de réunir beaucoup de personnes avec des expériences très différentes et très riches. Scientifiquement des progrès ont été réalisés avec 6 publications et de nouvelles pistes pour continuer à avancer. »



BIOGRAFT

Généralisation de la chromatogénie à divers substrats et réactifs issus de la biomasse végétale

L'objectif du projet Biograft était d'améliorer la compréhension des mécanismes mis en jeu lors du greffage, en phase hétérogène, de chlorures d'acide gras sur des substrats hydroxylés modèles.

Ce projet s'est attaché à réaliser ces traitements, sur des substrats celluloses obtenus par séchage évaporatif dans un premier temps (plaque de pâte à papier, papiers, films de microfibrilles de cellulose) et sur des aérogels de microfibrilles de celluloses lyophilisées de surfaces spécifiques contrôlées variant entre quelques m^2/g à près de $300m^2/g$, dans un second temps.

Cette étude a permis de montrer :

- (i) la bonne concordance entre deux types d'analyses des densités de greffage basées soit sur la RMN, soit sur une combinaison hydrolyse/GC-FID ;
- (ii) la possibilité de faire varier la surface spécifique des aérogels en choisissant le solvant avant lyophilisation et la nature des microfibrilles de cellulose ;
- (iii) la relation linéaire entre la surface spécifique et la densité de greffage avec un chlorure d'acide gras bi-fonctionnel, et
- (iv) le caractère dense de la couverture moléculaire.

LE MOT DU PORTEUR



David Guérin, Chef de projets, CTP

« Ce projet, réalisé par Emilie Ressouche, dans le cadre de son post-doctorat a permis d'apporter un support scientifique à des problématiques industrielles. Ce projet a également permis la fabrication de matériaux innovants et de bousculer certaines hypothèses..... portant les promesses de développement futurs.»

LES PARTENAIRES

CTP : Mathieu Schelcher
CERMAV : Laurent Heux,
Sonia Molina-Boisseau



CERISE

Cellulose pretreatment
for in situ fibrillation
by twin screw extrusion



Ce projet porte sur le développement de procédés innovants de production de MFC par extrusion bi-vis.

La première étape était la sélection de quatre pré-traitements chimiques permettant de faciliter la libération des MFC : la phosphorisation, l'ozonation, la cationisation et le traitement enzymatique.

Une seconde étape s'est focalisée sur l'optimisation du procédé d'extrusion afin de permettre la nanofibrillation à haute concentration en système continu faiblement énergivore. L'étude a montré que pour minimiser l'énergie il est nécessaire d'avoir une siccité la plus basse possible, un débit le plus fort et une vitesse la plus faible; et que pour avoir une qualité maximale, il est nécessaire d'avoir une siccité la plus basse possible, un débit le plus fort et une vitesse la plus forte. Un compromis est donc à définir en fonction de la qualité voulue et de l'énergie à fournir.

Enfin, nous avons étudié le processus de nanofibrillation lors du procédé d'extrusion. Des tests sur différents profils de vis ont été effectués : l'étude a permis de montrer l'importance d'avoir un profil de vis très cisailants, ainsi que plusieurs petites zones de cisaillement : lorsque les vis ne sont composées que d'éléments de convoyage, il n'y a pas production de CNF.

Une analyse des profils rhéologiques en fonction des différentes zones de l'extrudeuse a été réalisée pour comprendre la boîte noire qu'est l'extrudeuse et ainsi limiter le nombre de passage. La première passe reste primordiale et a le plus gros effet sur la fibre. Un minimum de 4 passes est requis pour avoir des CNF de bonnes qualités. Des tests de fluage ont été réalisés et le paramètre le plus impactant est la concentration.

LE MOT DU PORTEUR



Julien Bras, Maître de conférences, LGP2

Ce projet est un excellent exemple de l'aspect collaboratif de PolyNat et de l'expertise du pôle grenoblois sur la production des nanocellulose. En effet suite à un pré-projet du labex Tec21, PolyNat a décidé de soutenir et de co-financer ce projet ambitieux vers une nouvelle technique de production de Microfibrille de cellulose à faible énergie et forte concentration. La collaboration entre les partenaires est très riche, très ouverte et très complémentaire.



DÉFI 2



DÉFI 4

LES PARTENAIRES

LGP2 : Naceur Belgacem, Alain Dufresne
CTP : Valérie Meyer, Michel Petit-Conil
LRP : Nadia El-Kissi



OCTOPUS

Pilote d'Oxydation de Cellulose par TempO en Présence d'UltraSons : Pilote OCTOPUS

Le projet Pilote OCTOPUS a pour objectif d'élaborer un dispositif ultrasonore adapté, afin d'y réaliser des modifications chimiques de nanocellulose de pâte de bois sous irradiation ultrasonore.

La principale tâche du projet a été de concevoir, de mettre en place puis de caractériser un procédé ultrasonore à l'échelle du pilote de laboratoire permettant de coupler les effets physiques et chimiques des ultrasons. Une attention particulière a été portée à la gestion de la viscosité et de la température.

Dans un second temps, des essais d'oxydation TEMPO ont été réalisés sur des suspensions de microfibrilles de cellulose, mais également de pâte à papier.

Les comparaisons ont été effectuées entre 4 cas opératoires : conditions silencieuses, présence d'ultrasons de haute fréquence seuls, présence d'ultrasons de basse fréquence seuls, couplage des ultrasons de haute fréquence et de basse fréquence.

Les résultats majeurs créés sont les suivants :

- Une diminution des temps de réaction en présence d'ultrasons (moins 63 %).
- Une augmentation de la proportion en objets petits et fins, qui sont les produits d'intérêts des oxydations mises en jeu (corroborés par des bilans de matière et par des visualisations au TEM)
- Le maintien ou l'augmentation des degrés d'oxydation des objets fins (corroboré par 2 méthodes analytiques).

LE MOT DU PORTEUR

Stéphane Baup, Maître de conférences, LRP

« Ce projet est à l'interface entre le domaine de la chimie de la cellulose et celui du génie des procédés ultrasonores, et fait donc appel à des compétences diverses. Ce projet a initié une vraie collaboration entre le CERMAV et le LRP : Sonia Boisseau et moi-même sommes maintenant partie prenante de la thèse de Ayoub Barchouchi (LRP 2016-2019), qui avait été recruté en tant que stagiaire Master 2 sur le projet OCTOPUS. »



LES PARTENAIRES

CERMAV : Sonia MOLINA-BOISSEAU, Jean-Luc PUTAUX,
Laurent HEUX
LRP : Nicolas GONDREXON

COSMONDA

Modification chimique
des ressources naturelles
par le procédé de micro-ondes

PROJET INTER-CARNOT



Le secteur de la cosmétologie fait de plus en plus appel à des composés issus de ressources naturelles, notamment ceux d'origines végétales (polyphénols, huiles, polysaccharides, etc). L'incorporation de ces molécules naturelles dans les formulations cosmétiques pose souvent des problèmes d'incorporation, de compatibilité, de stabilité au long terme.

Pour y remédier, les chimistes tentent souvent de modifier certaines de ces molécules. Mais cette chimie «classique», avec des temps de réaction élevés, peut altérer la structure chimique des molécules naturelles (avec des conséquences sur leurs propriétés), et fait très souvent intervenir des réactifs et catalyseurs qui peuvent s'avérer toxiques pour l'application finale visée.

Ce projet, mené en partenariat avec l'Institut Charles Gerhardt de Montpellier, repose sur l'utilisation du procédé d'activation sous micro-ondes pour modifier des composés naturels dans des conditions douces.

L'étude a porté sur la modification d'anti-oxydants naturels hydrosolubles (phénols et polyphénols) sensibles à la chaleur pour les incorporer au sein de la phase huileuse d'émulsions cosmétiques, et plus précisément sur l'étude des gallates.

Pour pouvoir incorporer les anti-oxydants dans des formulations huileuses, il a été nécessaire de les modifier par des chaînes hydrophobes comportant une liaison clivable. Pour cela, des réactions d'estérification menées sous micro-onde (M.W.) ont été envisagées.

Le travail a permis de montrer l'intérêt de cette méthode conduisant à une nette amélioration aussi bien au niveau du rendement de la réaction (rendement M.W. > 70% vs. 50% par chauffage thermique traditionnel) que de la cinétique des réactions (4h au M.W. vs. 18h en thermique). Les formulations d'émulsion d'huile dans l'eau sont encore en cours ainsi que leurs caractérisations physico-chimiques (forme et taille) en solution.

LE MOT DU PORTEUR



Jean-Jacques ROBIN, chef de projets, ICGM,

« Le projet mené par Céline Schmitt, Post-doctorante, a montré la faisabilité de ces réactions de modification de composés naturels sensibles menées grâce à des équipements facilement accessibles au plan industriel. L'organisation particulière des polyphénols modifiés dans les émulsions devrait déboucher sur de nouveaux développements pour le secteur économique concerné. »

LES PARTENAIRES

Redouane Borsali, directeur de recherche, CERMAV, équipe «auto-assemblage et physico-chimie des glycopolymères»



PROJETS
2017

3D RAPID-PRO

Rapid prototyping
of complex molded
cellulose objects

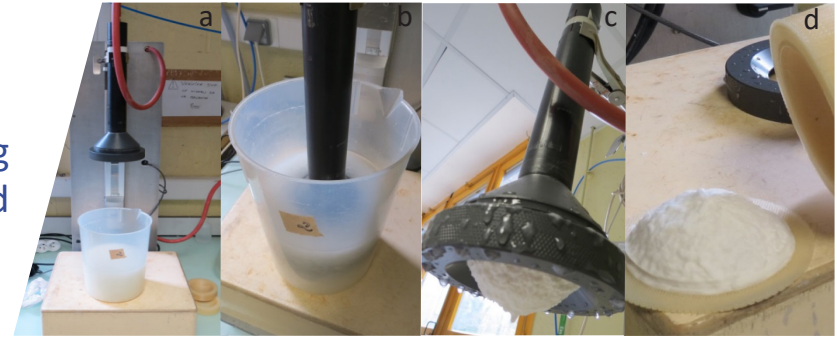


Image : Procédé de fabrication par moulage :

a) Montage du moule sur le banc de filtration,

c) matelas fibreux final avant

b) moulage par immersion et aspiration de la suspension fibreuse, d) et après compression.

L'utilisation de la cellulose moulée pour la fabrication d'emballages représente depuis plusieurs décennies une alternative aux matériaux pétrosourcés. Cependant, à cause de la complexité et des coûts des moules de formation et de la faible qualité des fibres utilisées, la cellulose moulée est restée confinée à la production massive d'objets à faible valeur ajoutée (emballages, barquettes, assiettes,...).

L'objectif du projet 3D-RapidPro est d'utiliser les nouvelles techniques de prototypage (notamment l'impression 3D) et des fibres/nanofibres de cellulose pour la production en petite série d'objets ayant des géométries et propriétés physiques contrôlées.

Les résultats obtenus dans la première phase du projet ont démontré que le procédé de fabrication additive par fil fondu couplé à l'utilisation de polymères techniques permettent de réaliser des moules filtrants ayant des performances de filtration proches des filtres conventionnels en maille métallique et résistants aux conditions de séchages de la cellulose (~100-130°C, ~1-2 bars).

Des techniques d'égouttage/moulage par aspiration sous vide ou sous pression ont été testées avec succès et actuellement le séchage et l'optimisation du dessin des moules restent les étapes à franchir pour pouvoir atteindre les objectifs du projet.

LE MOT DU PORTEUR



Davide Beneventi, Chargé de Recherche, LGP2

« Ce projet, qui vise l'étude d'un procédé de fabrication complet, nous a permis de commencer à apprécier les avantages indéniables que les nouvelles techniques de prototypage rapide peuvent apporter et entrevoir le rôle très actif que un secteur industriel « mature » comme celui du papier pourra jouer dans l'industrie du futur. »

LES PARTENAIRES

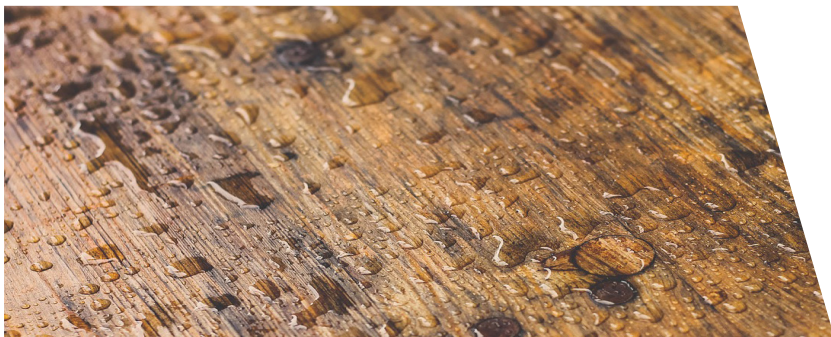
LGP2 : Evelyne Mauret, Julien Bras,
Didier Chaussy, Maxime Terrien

CTP : Thierry Delagoutte

3SR : Sabine Rolland du Roscoat, Laurent Orgéas



DÉFI 4



3W

Wood Without Water Traitements innovants pour limiter les interactions du bois massif avec l'eau

Le bois massif est hautement hygroscopique. Il interagit avec l'eau en raison de sa composition chimique. Malheureusement, des conséquences indésirables sont rencontrées: biodégradation avec le développement de champignons xylophages, variations dimensionnelles et changements de couleur lorsque le bois est exposé en extérieur par exemple.

Le projet 3W, d'une durée de un an, en partenariat entre le CTP, LGP2, DPM et FCBA, visant à réduire l'affinité du bois pour l'eau, a été lancé. Trois solutions, respectueuses de l'environnement impliquant des composants non toxiques, sont considérées, actuellement appliquées ou ciblées pour des applications autres que le bois.

La **chromatographie** vise à modifier les groupes hydroxyle. Optimisée pour des applications papetières avec succès, le transfert au matériau bois est étudié. Des chlorures d'acide, à longue chaîne de carbone, réagissent avec des fonctions de type hydroxyle, disponibles à la surface de la matrice et génèrent des propriétés hydrophobes. La migration de l'eau à travers la matrice en bois est impactée.

La **lignine**, issue de la biomasse, appliquée en surface du bois de manière similaire à celle d'un produit de finition, est testée. La lignine commerciale est modifiée afin d'obtenir une solution liquide présentant un caractère hydrophobe. Cette méthode a été testée en tenant compte de diverses conditions de traitement : conditions de réactions, modes d'application de la solution de lignine et modifications in situ, après application au bois.

La **modification chimique des fonctions phénoliques** présentes sur le bois a également été envisagée, via une réaction catalysée issue de la chimie organique. Les résultats obtenus ont montré des changements important lors des tests d'immersion, liés à la fonctionnalisation des groupes responsables de l'hygroscopie du bois.

Les traitements les plus efficaces, en relatif, identifiés au laboratoire, seront appliqués sur des échantillons plus grands. Un vieillissement accéléré leur sera appliqué et les conséquences sur les propriétés évaluées. Ainsi, il sera possible de positionner les solutions expérimentales de 3W par rapport à des traitements commerciaux courants dont les performances sont déjà connues.

LE MOT DU PORTEUR



Michael Lecourt, chef de projets, FCBA,

« Les partenaires sont issus de secteurs applicatifs différents, parfois très éloignés du bois. Ils enrichissent ainsi le projet de leurs expériences et connaissances qui permettent d'envisager des solutions et axes de développement originaux. »



DÉFI 2



DÉFI 4

LES PARTENAIRES

CTP : Philippe Martinez

LGP2 : Gérard Mortha, Nathalie Marlin

DPM : Yung-Sing Wong

BIOGLUE

Nouveaux développements
pour les panneaux
à base de bois



Les panneaux de bois sont obtenus à partir de l'agglomération d'éléments de tailles variées, et permettent d'obtenir, à partir d'une ressource abondante et peu coûteuse, des matériaux à faible empreinte carbone, valorisable en fin de vie. Cependant, leurs propriétés dépendent intrinsèquement de la qualité du liant (ou colle) entre particules et de sa bonne répartition.

Les colles utilisées dans la fabrication de panneaux à base de bois sont majoritairement pétrosourcées et à base de formaldéhyde. Ce composé, classé CMR (Cancérogène, Mutagène et Reprotoxique), est le premier critère pour la classification de l'émissivité de COV des panneaux, à savoir le relargage dans l'atmosphère de composés toxiques, polluants et potentiellement à effet de serre, ce qui a de grandes conséquences sur les qualités écologiques du matériau.

Une solution pour réduire ces émissions consiste à optimiser l'utilisation des colles et/ou à remplacer les composés incriminés dans le relargage par un polymère biosourcé fonctionnalisé. Il pourrait devenir ainsi la matière première d'une « colle verte » et respectueuse de l'environnement.

Ce projet vise à donc à mettre au point une formulation de résine pour les panneaux à base de bois, à faible impact environnemental et faible émissivité de COV, en tirant partie d'une ressource abondante et renouvelable, sans concurrence alimentaire.

Afin de répondre à ce défi à la fois scientifique, technologique et environnemental, deux laboratoires académiques spécialisés respectivement dans le matériau cellulose (CERMAV) et les caractérisations structurales (3SR), se sont associés à un centre technique (FCBA) qui a la connaissance du produit et du tissu industriel.

Il s'agit ici de développer à la fois une chimie respectueuse de l'environnement (pour donner de la fonctionnalité), des méthodes de caractérisation fine par tomographie X associée à de la microscopie optique (pour identifier les interfaces de colle), le tout dans un matériau en apparence simple mais exigeant en termes de formulation et de procédé.

Une équipe pluridisciplinaire s'est donc constituée autour de ce projet comprenant chimistes, structuralistes et spécialistes du procédé avec pour ambition de proposer des solutions innovantes de formulation de panneaux de bois respectueux de l'environnement.

LE MOT DU PORTEUR



Laurent Heux, Directeur de recherche, CERMAV

« Bioglue est une collaboration typique pouvant naître au sein de l'ic PolyNat. FCBA, nouvel arrivant, souhaitait développer des colles biosourcées pour les panneaux de bois, mais faisait face à des difficultés de caractérisation des interfaces de colles. Des chercheurs du CERMAV et du 3SR se sont alors associés pour proposer un projet pluridisciplinaire et appliqué.

La réalisation a été confiée à Quentin Charlier, jeune docteur ayant effectué sa thèse en science des matériaux dans un environnement impliquant déjà laboratoires académiques et industriels. C'est en croisant compétences scientifiques, verrous technologiques, innovation et travail d'équipe que l'on peut espérer progresser dans la conception des matériaux (nous le souhaitons !) du futur, plus propres, plus verts et plus respectueux de notre environnement. »



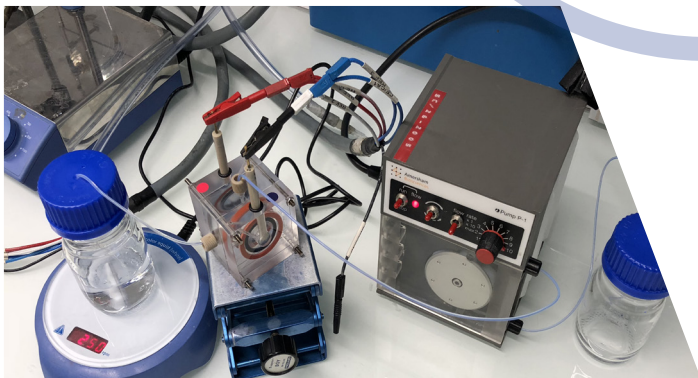
DÉFI 2



DÉFI 4

LES PARTENAIRES

FCBA : Michael LECOURT,
Sandra TAPIN-LINGUA
3SR : Sabine ROLLAND du ROSCOAT,
Robert PEYROUX



BIOGLYCO

Biopiles régénérables à base de glyconanoparticules enzymatiques et rédox

A ce jour, le projet BioGlyco se focalise sur l'utilisation de glyconanoparticules pour la solubilisation d'espèces redox pour le transfert électronique médié de la réduction de l'oxygène moléculaire grâce à la bilirubine oxydase (BOx).

Différentes approches de synthèse ont été évaluées sans obtenir de réelle variation dans la taille finale des nanoparticules (NPs). En moyenne, le diamètre des particules sphériques est de 50 nm. Un premier article scientifique sur la formulation et la caractérisation électrochimique de cette biocathode (sans ou avec le catalyseur biologique) a été soumis au *Journal of American Chemical Society*.

Nous avons également entrepris les recherches sur le développement de glyconanoparticules dont le médiateur rédox sera utilisé pour l'oxydation du glucose. Fort de nos recherches sur le papier à base de carbone, nous avons choisi d'utiliser certaines quinones pour la médiation de la FAD-glucose déshydrogénase (enzyme responsable de l'oxydation du glucose). Celles-ci présentent certains avantages face à l'approche de bispyrene-ABTS nécessaire côté cathodique.

Ces molécules rédox interagissent directement avec les cyclodextrines pour former des complexes hôtes-invités. De ce fait, l'étape de synthèse de médiateurs rédox modifiés peut être évitée. De plus, en l'absence d'unité pyrène (et notamment de bis-pyrène), il n'y a plus d'agrégation possible entre les nanoparticules par les espaceurs pyrènes. Cela nous a permis d'obtenir une suspension quasi monodisperse de nanoparticules (20 nm).

L'électrochimie des NPs et de l'enzyme a été conduite en absence et en présence de 50 mmol L⁻¹ glucose. Une vague électrocatalytique d'oxydation se distingue nettement en présence du substrat. Les résultats sont très prometteurs car les courants obtenus sont d'ores et déjà supérieurs à ceux obtenus à la cathode (35 $\mu\text{A cm}^{-2}$).

La suite logique du projet s'articulera autour de la réalisation des électrodes de papier de carbone pour augmentation la surface active des électrodes dans le but d'accroître les courants catalytiques.

LE MOT DU PORTEUR



Serge Cosnier, directeur de recherche, DCM

« Ce projet illustre parfaitement la synergie attendue de la combinaison de deux thématiques propres au CERMAV et au DCM, à savoir la réalisation de nanomatériaux fonctionnalisables et la bioconversion d'énergie pour des applications liées à la santé ou à l'énergie avec un nouveau type de biopile très innovant. Le post-doctorant (Jules Hammond) s'implique intensément dans cette collaboration et contribue fortement à son succès. »

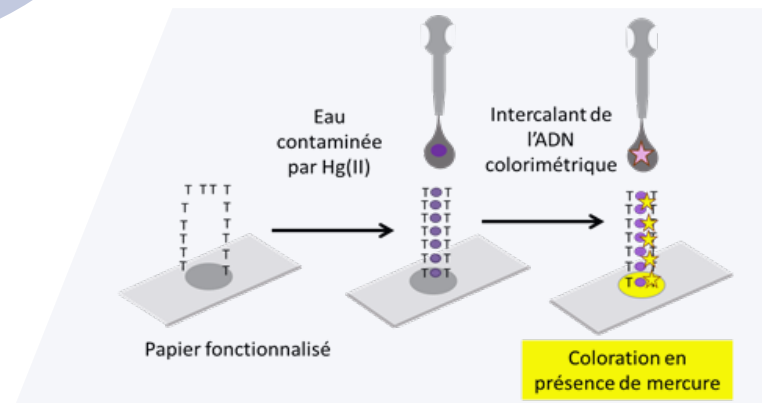


LES PARTENAIRES

CERMAV : Christophe Travelet,
Redouane Borsali

CAPTDIAG

For Cellulose Aptamer
Diagnostic or
CApture Diagnostic



Les tests de diagnostic rapide sont nécessaires dans de nombreux domaines et suscitent un intérêt grandissant pour de multiples applications (détection de polluants environnementaux et alimentaires, prise en charge rapide des patients etc...).

Ce projet propose de combiner l'expertise des différents partenaires afin de développer un système original à base de papier, utilisant comme éléments de reconnaissance des oligonucléotides fonctionnels ou des aptamères avec une détection colorimétrique sans leur marquage préalable (schéma). La preuve de concept sera établie pour la détection du mercure qui a déjà été testée en milieu homogène au sein du DPM avec un intercalant de l'ADN fluorescent, le SYBRgreen.

Deux approches de fonctionnalisation du papier par l'oligonucléotide fonctionnel (OF) ont été envisagées : la première consiste à utiliser des nanocristaux de cellulose oxydés (NCC) qui après greffage, seront couchés sur le papier par impression; la seconde vise à déposer directement l'OF sur le support adéquat par simple adsorption ou par immobilisation covalente.

La fonctionnalisation des NCC par l'OF a été réalisée avec succès par un greffage covalent

via une liaison amide. La quantité d'OF fixée n'a malheureusement pas pu être déterminée par les techniques utilisées. Un seul essai de détection du mercure par l'OF greffé aux NCC a pu être réalisé. Le résultat semble être positif mais nécessite d'être reproduit pour confirmation.

Des tests d'impression sur film polymère de NCC, sur lesquelles ont été adsorbées un agent fluorescent, ont montré des résultats intéressants. Des études du comportement des NCC lors de l'impression en présence de l'OF restent encore à réaliser.

Pour répondre à la seconde approche, des essais d'adsorption de l'OF et de visualisation de la fluorescence ont été réalisés sur différents papiers. Ces résultats ont montré que de nombreux papiers présentaient une fluorescence naturelle et que cette technique de détection n'est pas recommandée aux longueurs d'onde de fluorescence du SYBRgreen. De plus, les essais d'adsorption de l'OF n'ont pas montré de résultats concluants, un greffage covalent de l'OF, sur le papier sera préféré pour les futures expérimentations.

Afin de développer le système de détection colorimétrique en solution, un screening d'une dizaine d'intercalant de l'ADN par spectrophotométrie UV-visible est en cours de réalisation.

LE MOT DU PORTEUR



Corinne Ravelet, Maître de conférences, DPM

« Ce projet est une expérience enrichissante qui s'inscrit dans une problématique multidisciplinaire avec une confrontation de «mondes» très différents. Il a fallu un peu de temps pour se comprendre et parler un langage commun. Nous avons un certain nombre de résultats qui j'espère seront complétés dans le futur.»

LES PARTENAIRES

DPM : Eric Peyrin
LGP2 : Naceur Belgacem, Julien Bras
3SR : Jean-François Bloch
CTP : David Guérin, Elisa Zeno



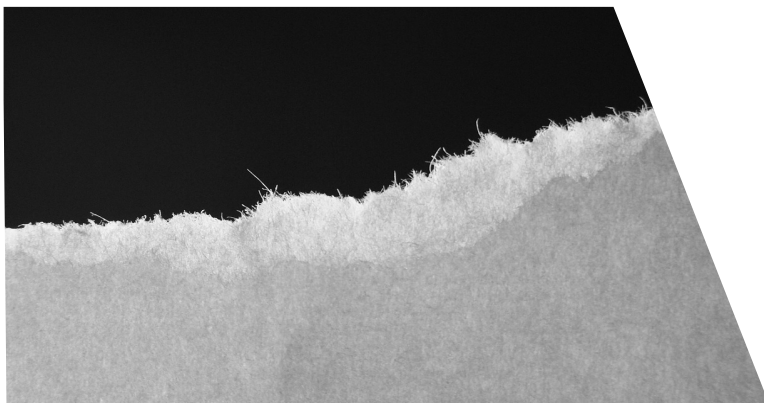
DÉFI 2



DÉFI 4

FLOCS

Fibre Local Organisation Characterised at various Scales



La présence des flocs –agrégats de fibres- liée aux procédés de fabrication des papiers, implique une variation locale de grammage qui gouverne les propriétés mécaniques et optiques des papiers.

Les techniques actuelles de caractérisation des flocs, basées sur des images en transmission de lumière visible ou de rayonnement X ou β fournissent une analyse globale de ces flocs. Néanmoins, ces techniques ne donnent accès ni à la localisation des flocs au sein de la feuille de papier, et en particulier dans son épaisseur, ni à l'organisation des fibres composant un flocc.

Dans ce projet, nous souhaitons caractériser les flocs par microtomographie à rayons X et analyse d'images pour accéder à ces informations.

Dans cette première partie du projet, nous avons proposé :

- Un protocole de fabrication de matériaux dits « modèles » dans lesquels la présence des agrégats fibreux a été contrôlée. Ces matériaux, constitués de fibres rigides, ont été caractérisés d'un point de vue structural selon les normes en vigueur.
- Des outils de caractérisations des flocs et des régions interflocs à partir d'imagerie par tomographie à rayons X avec une résolution de 10 μm . L'accent a été mis sur la comparaison entre les couches internes du papier et les zones de surface.

La deuxième partie du projet consistera à quantifier les paramètres microstructuraux à l'intérieur d'un flocc ou d'un interflocc à l'échelle des fibres par microtomographie à rayons X.

LE MOT DU PORTEUR



Sabine Rolland du Roscoat, Maître de conférences, 3SR

« Dans ce projet, Le CTP, spécialiste des papiers et le 3SR spécialiste en caractérisation des microstructures se sont associés pour mieux comprendre l'organisation d'un flocc au sein d'un papier. Ce projet a permis de mettre en place des coopérations entre deux partenaires du Carnot sur une nouvelle thématique ce qui permet d'associer les forces pour progresser. C'est une expérience enrichissante en tant que porteur du projet ! »



LES PARTENAIRES

3SR : Jean-François Bloch

CTP : Bruno Carré, Patrick Huber

MANNABREAK

Recherche
de nouvelles enzymes :
Vers la préparation de briques
élémentaires issues des
galactoglucomannanes du bois



Les galactoglucomannanes sont les hémicelluloses majoritaires extraites du bois résineux (15-20% p/p). Malgré leur faible pouvoir calorifique, les hémicelluloses sont brûlées comme la lignine au cours des procédés papetiers.

Dans ce contexte, nous proposons de valoriser ces hémicelluloses en amont des procédés papetiers par la production de séries d'oligosaccharides de structures et de tailles contrôlées pour des applications en nutraceutique, cosmétique et/ou élicitrices.

La stratégie envisagée s'appuie sur la recherche de nouvelles enzymes de dégradation (e.g. glycoside hydrolases) et de modification (e.g. estérases) des hémicelluloses.

Nous avons sélectionné 72 gènes d'enzymes potentielles par des approches bio-informatiques que nous avons clonées dans *Escherichia coli* pour des tests d'expression.

En parallèle, nous avons préparé une série de substrats hemicelluloses qui seront utilisés pour cribler les enzymes cibles. La mise en œuvre du projet se déroule en accord avec le plan d'action initial et la découverte de nouvelles enzymes est programmée pour les semaines à venir.

Une fois les enzymes sélectionnées, des tests seront réalisés sur des séries d'hémicelluloses extraites de bois résineux par une autohydrolyse, purifiées et fractionnées en fonction de leurs masses moléculaires.

LE MOT DU PORTEUR



William Helbert, Directeur de recherche, CERMAV

«Le projet Mannabreak ambitionne de mettre les outils de biotechnologie blanche au service de la valorisation des déchets de l'industrie papetière. Au-delà des enjeux technologiques, ce projet interdisciplinaire est motivant car il permet la rencontre et la complémentarité scientifique entre des compétences et des savoir-faire rares, liés d'une part à la chimie du bois avec tous les aspects liés aux procédés et au traitement chimique du bois et de ses composants polysaccharidiques spécifiques et, d'autre part, de l'enzymologie des hemicelluloses pour obtenir des oligosaccharides spécifiques, valorisables dans différents domaines. »

LES PARTENAIRES

Christine Chirat (LGP2)

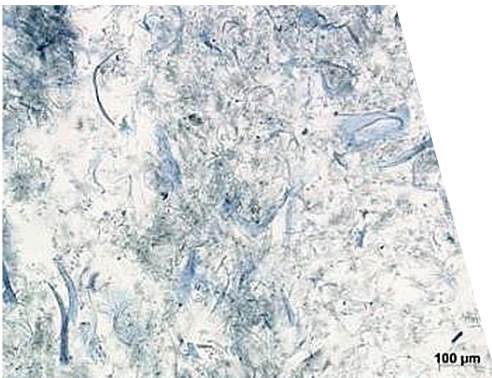


Image : MFC obtenues après extrusion et homogénéisation des pâtes issues de la cuisson DES

Combinaison des solvants eutectiques profonds (DES) et des ultrasons pour produire des MFC à partir du bois

MICRO-DES

Ce projet vise à proposer un nouveau procédé de préparation de la cellulose microfibrillée (MFC) plus économe en énergie que les procédés conventionnels tout en respectant l'environnement.

Dans ce contexte, un solvant eutectique profond (DES) reconnu comme un solvant vert et formé du couple chlorure de choline/acide lactique, a été utilisé pour séparer les fibres du bois de peuplier et fragiliser leur cohésion interne. L'utilisation combinée du DES avec des ultra-sons a également été envisagée pour améliorer les transferts et la réactivité du DES.

Les paramètres de cuisson ont été optimisés en vue d'une délignification maximale et d'une réduction de la longueur des fibres. Les résultats ont montré qu'une température de traitement du bois par le DES de 120°C pendant 5h est nécessaire pour séparer efficacement les fibres.

Les meilleures conditions de cuisson ont permis de produire des fibres deux fois plus courtes que celles issues d'un procédé kraft conventionnel (environ 500 μm) et très riches en polysaccharides (teneur en lignine entre 2,8 et 4,9%). La fragilisation des fibres est supérieure lorsque des ultra-sons sont appliqués pendant 1h à une puissance de 500W.

Les pâtes issues de la cuisson DES ont été extrudées puis homogénéisées pour produire des suspensions de MFC de très haute qualité. Leur teneur en nanocellulose et leur résistance mécanique sont même supérieures à celles des MFC conventionnelles obtenues à partir de pâte kraft. L'utilisation d'un solvant eutectique profond sur des copeaux de bois avant production de MFC semble donc très efficace et prometteuse.

LE MOT DU PORTEUR



Valérie Meyer, Ingénieur de recherche « InTechFibres », CTP

« C'est un projet innovant, qui grâce au travail remarquable des stagiaires et à l'implication de tous les partenaires a déjà apporté beaucoup de résultats qui pourront être valorisés. »

LES PARTENAIRES

CTP : Mohammed Krouit, Michel Petit-Conil (InTechFibres)
CERMAV : Sonia Boisseau, Jean-Luc Putaux
LGP2 : Julien Bras, Naceur Belgacem
LRP : Stéphane Baup

NANO COMP-UV

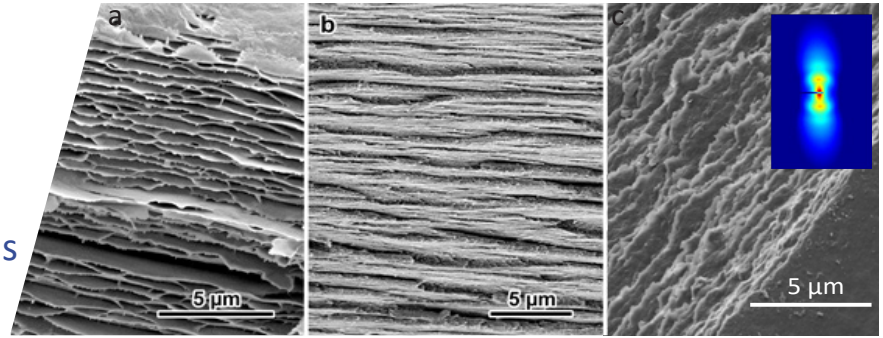
Développement de
nanocomposites cellulosiques
à structuration-orientation
contrôlée et réticulation UV

Le but de ce projet est d'utiliser un procédé de séparation membranaire combiné à la réticulation UV pour développer de nouveaux nanocomposites cellulosiques à orientation contrôlée.

L'intérêt d'utiliser la filtration est de débiter la mise en œuvre depuis le domaine dilué pour lequel les forces de cisaillement et de pression sont suffisamment élevées vis-à-vis des forces d'interaction colloïdale pour pouvoir organiser et orienter régulièrement les particules déposées près des membranes de filtration.

Un polymère durcissable par irradiation UV (PDUV) sera imprégné dans le dépôt formé et irradié in-situ sous pression afin de figer l'organisation atteinte lors de la filtration avant qu'elle ne relaxe. Les systèmes étudiés sont à base de polymère PDUV et de cellulose (nanocristaux et nanofibrilles – NCC et NFC) combinés à deux types de systèmes colloïdaux d'intérêts : les systèmes renforcés et conducteurs en combinaison avec le graphite et des nanotubes de carbone, et les systèmes renforcés et barrières en combinaison avec des plaquettes d'argiles, des nanotubes d'imogolites et des nanofibres d' α -lactalbumine.

Ce projet rassemble des chercheurs de quatre laboratoires du Carnot (LRP, CERMAV, LGP2, DCM), et bénéficie de l'expertise de collaborateurs extérieurs, notamment avec Vincent Forge du LCBM et le professeur Johan Foster de l'Université VirginiaTech.



La mise en commun des compétences de chacun visera à appréhender les différentes facettes de cette recherche (contrôle des interactions et de la chimie de surface des différents constituants, caractérisation structurale ex-situ et in-situ des nanocomposites et de leurs propriétés fonctionnelles). Les premières caractérisations ex-situ des structures réalisés par filtration puis séchage montrent des orientations marquées des nanoparticules qui s'organisent en feuillets régulièrement espacés.

La collaboration mise en place depuis plusieurs années sur cette thématique de la filtration avec Theyencheri Narayanan, responsable de la ligne ID02 à l'ESRF, a offert la possibilité d'explorer les mécanismes de structuration et de photopolymérisation de ces nanocomposites in-situ par diffusion de rayons X aux petits angles, depuis les échelles nanométriques des particules jusqu'aux échelles microniques de leurs organisations.

Illustration : Images de MEB de films préparés i) par filtration et séchage à l'air :

a) argile nontronite (coupe transverse)

b) NCC (coupe transverse)

ii) par filtration et photopolymérisation : c) NFC – argile beidellite - PDUV (coupe transverse) et spectre de SAXS de l'organisation in-situ lors de la filtration

LE MOT DU PORTEUR



Frédéric Pignon, Directeur de recherche, LRP

« Les résultats obtenus et les collaborations engagées au cours du post-doc de M. Enrico Semeraro financé par ce projet, ont permis de montrer la capacité de la filtration tangentielle à orienter les nanoparticules lors de la structuration des nanocomposites ainsi que la possibilité de maintenir cette structure organisée en feuillets régulièrement espacés par la photopolymérisation. »



LES PARTENAIRES

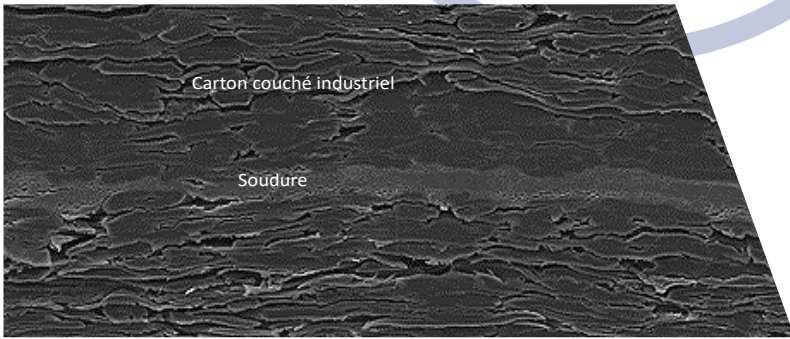
Bruno Jean, Jean-Luc Putaux, (CERMAV)

Didier Chaussy, Davide Beneventi, Julien Bras (LGP2),

Michael Holzinger (DCM)

COLLABORATIONS EXTÉRIEURES

Vincent Forge (LCBM), Johan Foster (Virginia TEC)



Soudage ultrasons de papiers et nanocelluloses

NANO-SONO

Image MEB d'une coupe dans l'épaisseur d'un assemblage de cartons soudés.

Les emballages sont en général assemblés et collés à l'aide de colles formulées à partir de polymères pétrosourcés.

Le collage est problématique pour les emballages en raison de contamination possible en huiles minérales pour les applications alimentaires et complexifie le processus de recyclage des papiers et cartons. Les couches thermofusibles utilisées pour le scellage des emballages souples ou des articles d'hygiène celluloses s'inscrivent dans la même problématique.

Le projet Nanosono a montré que le soudage ultrasons permettait d'atteindre des niveaux d'adhésion très importants sur certains papiers-cartons :

- Les cartons plats de 300 g/m² enduits d'une couche pigmentaire de 15 g/m² pour garantir leur imprimabilité (composée à 85-90% de pigments minéraux et à 10-15% de latex type styrène butadiène) montrent des degrés d'adhésion très élevés, jusqu'à 250 N/m, au-delà des standards de thermoscellabilité (160 N/m).
- Le dépôt de nanofibrilles de cellulose (NFC) non fonctionnalisés en surface de cartons enduits d'une couche pigmentaire permet d'atteindre des degrés d'adhésion encore plus élevés, de l'ordre de 350 N/m.
- Le dépôt de nanocristaux de cellulose (NCC) non fonctionnalisés en surface de papiers non soudables, permet d'atteindre un degré d'adhésion non négligeable. Ce résultat a fait l'objet d'un dépôt de brevet.

LE MOT DU PORTEUR



Jérémie Viguié, Ingénieur de recherche, CTP

« Nanosono est un projet très enthousiasmant en ayant à la fois un objectif technologique très concret et un intérêt scientifique certain. En outre, il a la chance de bénéficier des expertises tout à fait complémentaires des différents partenaires. »

LES PARTENAIRES

CTP : Laura Crowther-Alwyn, David Guérin

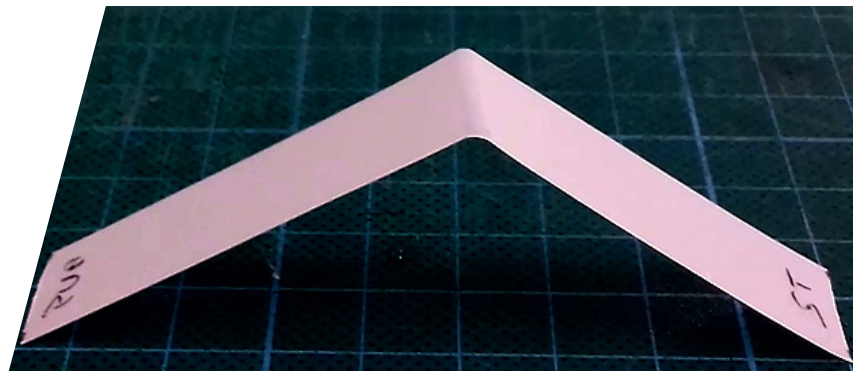
LGP2 : Julien Bras, Martine Rueff

3SR : Barthélémy Harthong, Didier Imbault,
Robert Peyroux



PRINT-FOLD

Impression 2D
de papiers pour
leur mise en forme 3D
par **auto-pliage**



Formation d'un pli sans action mécanique par dépôt d'une ligne d'eau sur un papier spécifique.

Les technologies de fabrication digitales sont en plein essor. Elles permettent la conception et le développement de nouveaux matériaux architecturés aux fonctions mécaniques ou physiques programmables.

En 2012, un développement très original et astucieux appelé Hydro-fold a été mis au point par un designer suisse, montrant qu'il était possible « d'imprimer des plis auto-pliants » à façon sur une feuille de papier à partir d'un procédé jet d'encre. A ce jour, les phénomènes associés à la génération des plis par ce procédé innovant sont encore mal appréhendés.

Le premier objectif du projet Print&Fold est de reproduire ce phénomène, de mieux comprendre et d'optimiser les mécanismes de formation sous-jacents.

L'objectif à terme est d'obtenir des structures 3D, développables ou non, à partir d'impression 2D de motifs inspirés de l'origami en vue (i) de les utiliser comme âmes de matériaux sandwich, comme emballages 3D aux formes complexes ou à plus long terme (ii) d'élaborer des structures papier programmables pouvant être drapées à volonté ou évoluer avec les conditions extérieures.

Les premiers travaux se sont concentrés sur l'obtention d'un pli à partir d'un motif imprimé très simple. Plusieurs formulations d'encre ont été testées pour jouer à la fois sur la quantité de véhicule (eau) et le type de polymères. Les couplages hygro-mécaniques associés à la formation des plis ont été étudiés en combinant imagerie 3D et simulation numérique par éléments finis.

A terme, des structures 3D, inspirées des « tessellations » obtenues par origami, planes ou tridimensionnelles seront élaborées.

LE MOT DU PORTEUR



Jérémie Viguié, Ingénieur de recherche, CTP

« Print&Fold est un projet très stimulant, car il nous permet de mettre nos connaissances du comportement hygro-mécanique complexe des papiers et des interactions encre-papier au service du développement d'un procédé particulièrement innovant. »



LES PARTENAIRES

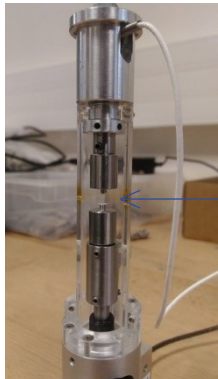
CTP : David Guérin, Laurence Leroy

LGP2 : Anne Blayo, Isabelle Desloges

3SR : Jean-Francis Bloch, Laurent Orgéas

COLLABORATIONS EXTÉRIEURES

Pierre Dumont, Florian Martoia (LaMCoS)



1mm² sample

Visualisation du montage expérimental pour les essais à l'échelle microscopique

Modélisation et caractérisation multi-échelles de la résistance des matériaux fibreux ligno-cellulosiques : De la création des liaisons interfibres à la résistance au clivage du matériau

L'objectif du projet est d'essayer de comprendre la résistance mécanique du papier à travers une compréhension fine des liaisons inter fibres.

Des fibres ligno-cellulosiques possédant différentes flexibilités ont été utilisées afin de former des papiers à grammages faibles. Un protocole expérimental a été établi permettant de caractériser la cohésion interne des liaisons. Des essais ont été réalisés essentiellement à l'échelle macroscopique sur des fibres de résineux (flexibles/rigides) et des fibres de feuillus.

Des essais de microtomographie 3D devront être réalisés dans la deuxième partie du projet afin d'analyser la rupture lors d'essais in situ de clivage (cohésion interne) ainsi que la mesure des efforts associés. Ces mesures à l'échelle du micron seront comparées aux grandeurs mécaniques macroscopiques (force, déformation, énergie) obtenues expérimentalement et par modélisation numérique (éléments finis).

Différentes voies suivantes ont étudiées :

- (i) la réalisation des formettes à différents grammage à partir de pâte raffinées à différents niveaux de raffinage ;
- (ii) la caractérisation de ces formettes ;

- (iii) la réalisation du montage expérimental à l'échelle microscopique et essais préliminaires (image) ;
- (iv) la réalisation d'essais mécaniques de cohésion interne à partir du protocole expérimental établi au cours de cette première partie d'étude ;

Il conviendra pour la suite du projet de :

- (i) visualiser et caractériser par microtomographie une liaison unique de fibres qui servira de base à la modélisation numérique ;
- (ii) visualiser l'évolution de la structure fibreuse lors d'un essai in-situ de clivage de matériaux à l'échelle millimétrique imagé en 3D par microtomographie ;
- (iii) valider les modèles numériques par des essais macroscopiques à l'échelle du centimètre. Dans la mesure du possible, nous aimerions étudier l'influence de l'humidité sur les résultats précédents.

La caractérisation des liaisons fibreuses demeure cruciale quant à la qualité des propriétés d'usage, tant optiques que mécaniques, des matériaux ligno-cellulosiques et permet d'envisager des diminutions de coûts liés au transport des produits finis en minimisant la quantité des matières premières utilisées.

LE MOT DU PORTEUR



Jean-François Bloch, Maître de conférences, 3SR

« Les premiers résultats obtenus lors de ce projet sont le fruit d'une coopération étroite entre trois laboratoires (LGP2, CTP et 3SR) aux compétences et savoir-faire complémentaires. L'apport des stagiaires étrangères a été grandement apprécié. Nous avons pu échanger de manière fructueuse, fabriquer les matériaux, établir les protocoles expérimentaux aux différentes échelles (micrométrique et millimétrique) qui nous permettront de finaliser notre projet. Le travail doit maintenant se poursuivre en maintenant notre approche pluridisciplinaire. »

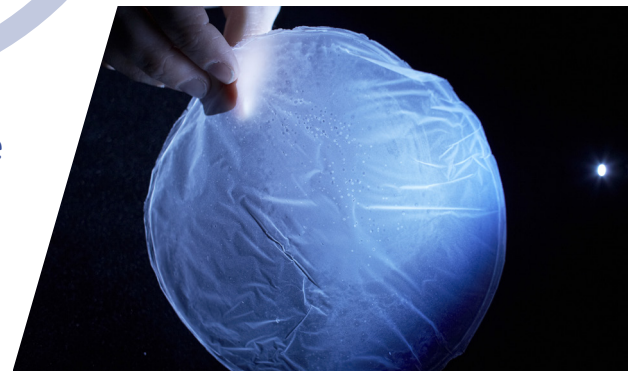


LES PARTENAIRES

LGP2 : Barthélémy Harthong,
Raphaël Passas
CTP : Patrick Huber, Bruno Carré

SÉCHAGE-FILM

Cinétiques de séchage de
couches composites
PVOH/Nanocelluloses
et de films de MFC



Le projet Séchage Film visait à acquérir une meilleure connaissance des cinétiques de séchage de couches composites PVOH/nanocelluloses et des films de MFC (celluloses microfibrillées).

Un banc de séchage infrarouge court a été utilisé pour réaliser le travail expérimental. Le projet a demandé de mettre au point des conditions expérimentales : choix du support des suspensions, étalement de ces suspensions, conditions de séchage (plage de densités de puissance acceptables) , et de réaliser une étude phénoménologique expérimentale.

Pour l'étude de la cinétique de séchage, les principaux paramètres (densités de flux radiatif incident et transmis, température de l'échantillon ou de son support et masse de l'échantillon) ont été suivis et analysés. Les cinétiques peuvent être décomposées en trois périodes classiques : période à vitesse d'évaporation croissante (période de réchauffage), une période à vitesse de séchage constante et une période à vitesse de séchage décroissante.

D'un point de vue quantitatif, l'étude a montré que l'utilisation de microfibrilles de cellulose ou de nanocristaux de cellulose comme additif dans une couche d'alcool polyvinylique améliore la cinétique de séchage et déplace l'instant de transition entre la 2^{ème} et la 3^{ème} période. D'un point de vue qualitatif, ces nanocelluloses retardent, voire limitent, l'apparition de défauts qui commencent à se produire dans la 2^{ème} période de la cinétique de séchage avec le PVOH seul.

Dans le cas des films de MFC, séchés sur les mêmes supports que les suspensions de PVOH, la vitesse de séchage dans la phase à taux d'évaporation constant, est du même ordre de grandeur que pour le PVOH. Par contre, ces films présentent des instants de changement de période différents. Les transitions se produisent à plus forte humidité, ce qui est probablement dû à la plus forte humidité initiale des films (environ 10%) comparée aux suspensions de PVOH (18%). Le phénomène est accentué pour les films formés avec des celluloses fortement fibrillées qui contiennent initialement plus d'eau.

Dans les deux cas (PVOH et MFC) un gradient d'humidité doit se développer dans l'épaisseur du matériau avec création d'un effet de peau.

LE MOT DU PORTEUR




David Guérin, Chef de projets, CTP

« Séchage-Film est né d'une observation réalisée lors d'essais d'enduction sur machine pilote, où il a été observé que des MFC, ajoutées à une solution d'alcool polyvinylique, avaient une influence sur la cinétique de séchage et l'apparition de défauts. Ce projet illustre parfaitement la capacité des acteurs de PolyNat à s'associer pour développer les outils nécessaires à la compréhension de phénomènes observés à l'échelle industrielle. Il a aussi permis de valider la possibilité d'utiliser des nanocelluloses comme additif de séchage de couches barrière à base aqueuse, et de comparer les performances relatives de différentes sortes de nanocelluloses. »



LA PARTENAIRE
Martine Rueff (LGP2)



Évènements **4. ANNUELS**

TEMPS FORTS

Remise du prix « Innovation Technologique » du Concours Stars et Métiers pour le LGP2 et la PME TCT

Le projet Fil Rouge, partenariat entre le LGP2 et la PME Iséroise Textilose Curtas Technologie, visait la mise au point d'une ficelle en papier, 100% biodégradable et compostable, destinée au tuteurage des plants dans le secteur agricole, au câblage électrique ou à la décoration.

22 MARS 2016



30 MARS 2016

Lancement de la chaire industrielle MINT, entre Schneider Electric et la Fondation partenariale Grenoble INP.

La chaire a vu le jour grâce à une volonté commune de faire progresser la recherche et les technologies de la plastronique de la part de Schneider Electric, des écoles Grenoble INP, du LGP2 et de l'IMEP-LaHC.

A mi-chemin entre l'électronique et la plasturgie, elle vise à intégrer des fonctions électroniques sur des formes plastiques moulées tridimensionnelles pour de nouveaux objets et pièces intelligents et connectés.

Salon Pulp&Paper Week, Stockholm

Salon international de l'industrie du papier et de la pâte à papier. L'équipe InTechFibres -Chimie du végétal du CTP-FCBA ont tenu un stand lors de cet événement important pour la filière forêt bois papier et ont mis en avant leurs compétences sur les matériaux lignocellulosiques.

24-26 MAI 2016

2^{ème} édition du Forum International Industries PolyNat

2-3 JUIN 2016

13-16 JUIN 2016

TAPPI Nano 2016, World Trade Center, Grenoble

Conférence Internationale sur les nouvelles technologies utilisant des nanocelluloses. L'occasion pour PolyNat de montrer ses compétences en la matière lors du Lab'tour le 13 juin 2016. Le CERMAV, LGP2, CTP, FCBA et 3SR ont accueilli une délégation de 70 personnes du monde entier (24 nationalités).



14th European Workshop on Lignocellulosics and Pulp (EWLP 2016), Autrans

Un des événements les plus importants en matière de chimie lignocellulosique, caractérisation et usage, organisé par le CTP, CERMAV, LGP2 et FCBA, et soutenu par l'Institut Carnot PolyNat.

28-30 JUIN 2016

10^{ème} édition des Rendez-Vous Carnot
5-6 OCTOBRE

2016

16 NOVEMBRE 2016

Inauguration du Laboratoire Commun Lab3P entre le CTP et la PME Malengé Packaging



5-6 JUILLET
Journées PolyNat

Baptisé Lab3P pour *Laboratory of Printable Protective Package*, le laboratoire commun entre le CTP et Malengé Packaging a été inauguré en présence de l'ANR et du pôle Matikem.

L'objectif de ce nouveau laboratoire est de développer à très court terme de nouveaux matériaux barrières à partir de supports et de produits bio-sourcés pour des emballages 100% recyclables.

Lancement du projet Glyco@Alps

Le projet Glyco@Alps a été officiellement lancé en présence de plus de 150 personnes réunies dans l'amphithéâtre du CTP. Il rassemble près de 100 scientifiques de la région grenobloise et permettra d'ouvrir de nouvelles interactions avec les équipes impliquées dans l'exploration de la diversité biologique des ressources alpines, l'analyse de l'économie et de l'innovation et les processus de production dans les glycosciences.

10 MARS 2017



Glyco@Alps
Univ. Grenoble Alpes

2017

Journées PolyNat

29-30 JUIN 2017

14 JUIN

Visiting Committee
PolyNat

15-16 JUIN

3^{ème} édition du Forum
International Industries PolyNat

10-11 MAI 2017

Salon MICM, Bordeaux

PolyNat était présent au salon Matériaux Innovants et Chimie des Matériaux sous l'égide d'un stand commun 'Carnot', à la rencontre des entreprises afin de présenter les compétences de ses partenaires.

15 MARS 2017
Conférence «Les produits du futur à base de bois» à l'Académie de l'Agriculture de France

Julien Bras, Gilles Lenon et Redouane Borsali sont intervenus lors de cette conférence. Leurs présentations ont porté sur : *Les Belles promesses des Nanocelluloses* (J. Bras), *Innovater pour un avenir durable des matériaux papier cartons* (G. Lenon), *Auto-assemblage des biomolécules pour les biomatériaux de demain* (R. Borsali).

24th International Symposium on Bioelectrochemistry and Bioenergetics of the Bioelectrochemical Society, Lyon

Congrès international sur les divers aspects de la Bioélectrochimie, organisé par Serge Cosnier (directeur du DCM). L'évènement a réuni 280 participants venus de 36 pays différents, avec 250 contributions réparties sur 7 symposiums.

03-07 JUILLET 2017

11^{ème} édition des
Rendez-Vous Carnot

18-19 OCTOBRE

21-22 NOVEMBRE

Showroom de l'innovation, Congrès de l'ATIP,
Alpexpo Grenoble

Après une première édition réussie, le congrès de l'ATIP a accueilli le 2nd «Showroom Innovation Produits» où les principaux acteurs de la filière papetière ont exposé une trentaine de produits innovants. Première du genre en France, cette initiative était portée par le CTP, Grenoble INP-Pagora LGP2, mais également par de grands industriels du secteur comme les Papeteries Emin Leydier, le LeafLab, Clairefontaine, Munksjø, Antalis, Vicat-Vizile, l'Imprimerie Nationale... venus démontrer le savoir faire et les belles perspectives de l'industrie papetière !



Julien Bras reçoit le prix Esprit IMT-Académie des sciences

Julien Bras, directeur adjoint du LGP2 a reçu le Prix Esprit Institut Mines Télécom-ACADÉMIE DES SCIENCES dans le domaine des biomatériaux celluloseux.



22 NOVEMBRE 2017

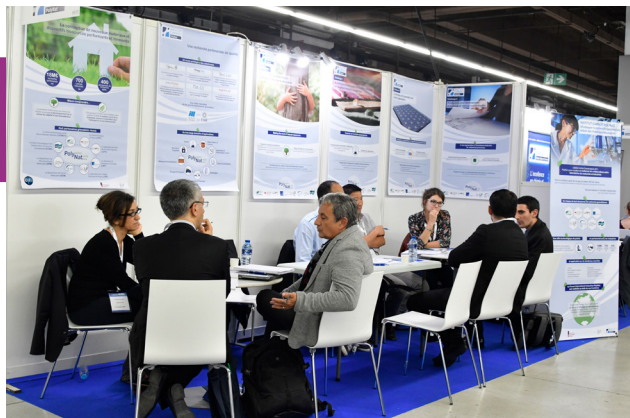
04 DÉCEMBRE 2017

Redouane Borsali, lauréat du prix «Les Etoiles de l'Europe»



Le directeur de PolyNat, a reçu le prestigieux prix «Les Etoiles de l'Europe», Mention Innovation, pour la coordination du projet H2020 GreenNanoFilms, qui regroupe neuf partenaires européens.





LES RENDEZ-VOUS CARNOT

Les Rendez-Vous Carnot sont un événement incontournable pour rencontrer des entreprises, tous secteurs confondus et souhaitant initier un projet de recherche partenariale.

PolyNat a naturellement participé aux éditions 2016 et 2017 des Rendez-vous Carnot qui se sont tenus successivement à Lyon et à Paris. Cette convention d'affaires organisée par l'Association des Instituts Carnot vise le rapprochement des acteurs scientifiques porteurs de solutions industrielles, et des entreprises innovantes.

La bonne participation des entreprises porteuses de projets d'innovation et le nombre de rendez-vous font des Rendez-vous Carnot le plus gros événement en France de rencontre entre les acteurs de la Recherche et les entreprises. Il s'impose très largement comme un lieu où l'on vient « faire du business ».

BILAN

	2 600	participants
2016	9 500	rendez-vous d'affaire
	2 800	participants
2017	11 000	rendez-vous d'affaire

LE VISITING COMMITTEE

Chaque année PolyNat sollicite l'avis de ses partenaires industriels et institutionnels sur ses orientations stratégiques lors du « Visiting Committee ».

Cet événement, à l'initiative du Comité de coordination stratégique, rassemble des industriels de toute taille, organismes de tutelles, pôles de compétitivité, des représentants de la SATT Linksum de Grenoble, et des représentants de l'AIcarnot. PolyNat présente les différentes actions et projets financés dans la cadre de son appel à projet, et le comité fait part de ses avis et recommandations sur le positionnement stratégique de l'institut. Un excellent moyen d'échanger sur les pistes industrielles les plus prometteuses.

En 2017, la **bioéconomie** a été au cœur des débats. PolyNat a remis en perspective ses développements en phase avec les différentes orientations stratégiques européennes et françaises.

Depuis sa labellisation en 2011, PolyNat est très attaché à ce rendez-vous annuel, très important pour l'orientation stratégique des projets de recherche, et pour rester à l'écoute des pistes industrielles dans le domaine des matériaux biosourcés.

LES JOURNÉES POLYNAT



Pour ses journées scientifiques de 2016 et 2017, PolyNat a réuni ses équipes de recherche à l'occasion de deux journées sous le signe de la cohésion. L'occasion pour les chercheurs, ingénieurs, post-doctorants, doctorants et stagiaires de notre institut de se mettre au vert en quittant la métropole Grenobloise.

Chaque année au mois de juin, ces deux jours sont l'occasion de faire le bilan des projets financés par notre Carnot et d'identifier les complémentarités pour de futurs projets PolyNat.

Les porteurs des projets présentent les avancées scientifiques devant l'ensemble du Comité Scientifique de PolyNat (CCS), afin de faire une revue des projets de ressourcement à mi-parcours, et le bilan des projets terminés et des suites envisagées.

Après le lac d'Aix-les-Bains en 2016, les équipes de PolyNat se sont réunies dans le Vercors les 29 et 30 juin 2017, une manière agréable d'échanger ensemble sur les projets scientifiques de PolyNat et de fédérer encore plus les équipes !

LE FORUM INTERNATIONAL INDUSTRIES



Après une première édition réussie, PolyNat a renouvelé en 2016 et 2017 son rendez-vous annuel avec ses partenaires et prospects industriels : **le Forum International Industries PolyNat.**

Cet évènement a pour objectif de développer un dialogue constructif entre les structures de recherche de PolyNat et les industriels présents. L'objectif est de laisser la parole aux entreprises afin de partager leurs perspectives et leurs défis R&D. L'enjeu des matériaux biosourcés de demain est le thème fédérateur des échanges entre industriels de différents secteurs et scientifiques de PolyNat.

En 2017, pour la troisième année consécutive, les équipes de PolyNat ont uni leurs forces pour attirer à la fois des startups et de très jeunes entreprises, ainsi que des entreprises nationales et internationales de tout horizon engagées dans la promesse d'une bioéconomie.

La richesse des échanges, de la PME aux leaders mondiaux a donné la mesure de l'envergure partenariale de PolyNat et des opportunités de collaboration offertes par ses équipes de chercheurs et d'ingénieurs.

Hormis démontrer les complémentarités scientifiques des laboratoires de PolyNat, cet événement a été l'occasion de resserrer les liens entre chercheurs et industriels, pour imaginer ensemble les matériaux de demain !

Fier de ce succès, PolyNat souhaite continuer sur sa lancée et organisera d'autres éditions pour les années à venir.



Merci à tous les intervenants du Forum International Industries PolyNat en 2016-2017 :

Ahlstrom Munskjö, Arjowiggins, Borregaard, CGL Pack, CEPI, CSEM, Ecoat, Elicytil, Gerflor, Glyco@Alps, Hitachi, Ionisos, INL, ITRI, Kangwon National University, Mecasonic, Medtronic, NANPAO, NewGenPak, Obducat, Poly-Ink, Rexor, Seppic, Solvay, Taekyung Polymer Co, Toshiba, Western Digital

La recherche



pour les entreprises

Carnot, votre partenaire pour innover

Édition : Institut Carnot PolyNat, CERMAV-CNRS CS40700, 38041 Grenoble Cedex 9

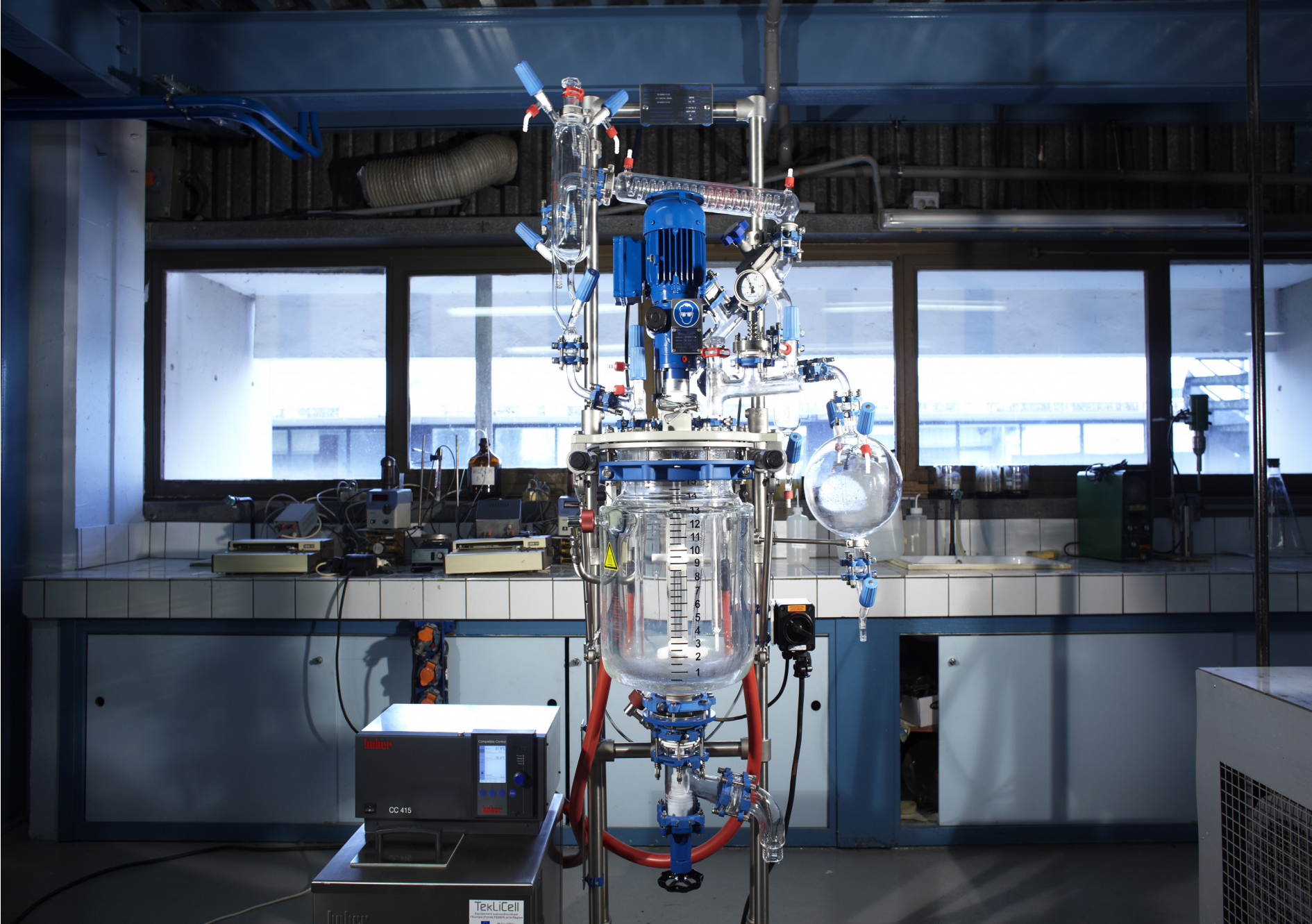
Directeur de la publication : Redouane Borsali, directeur de l'institut Carnot PolyNat

Rédaction et mise en page : Laure De Bonis, stagiaire communication, Charlène Efligenir, chargée de mission

Ont collaboré : Stéphane Baup, Davide Beneventi, Frédérique Bertaud, Jean-François Bloch, Redouane Borsali, Afcène Boumendjel, Julien Bras, Bruno Carré, Serge Cosnier, Nadia El Kissi, David Guérin, Sami Halila, William Helbert, Laurent Heux, Michael Lecourt, Gilles Lenon, Nathalie Marlin, Valérie Meyer, Gerard Mortha, Michel Petit-Conil, Robert Peyroux, Ferialle Podgorski, Corinne Ravelet, Jean-Jaques Robin, Yahya Rharbi, Sabine Rolland du Roscoat, Sandrine Pappini, Frédéric Pignon, Sandra Tapin-Lingua, Jérémie Viguié, Elisa Zeno.

Images et photos : Alexis Chézière, CNRS (20140001_1767 © Thibaut VERGOZ/IMBE/CNRS Photothèque - p18, 20160099_0119 © Bruno JOURDAIN/LGGE/CNRS Photothèque - p41, 20160099_0092 © Bruno JOURDAIN/LGGE/CNRS Photothèque- 4^{ème} de couverture), PolyNat, Pixabay.





heker
Control Unit
CC 415
heker

heker
TekLiCell
Electrochemical Cell
Heinerstraße 100, 42699 Solingen, Germany
www.heker.com



Institut Carnot PolyNat

Domaine Universitaire, 601 rue de la chimie, 38610 Gières
Adresse postale : CERMAV-CNRS CS40700 38041 Grenoble Cedex 9



contact@polynat.eu



04.76.03.76.32



www.polynat.eu



[@carnot_polynat](https://twitter.com/carnot_polynat)



Institut Carnot PolyNat

