

# PLASTIQUES & EMBALLAGES

## 48 OFFRES R&D CARNOT POUR LES ENTREPRISES



PUBLIÉ À L'OCCASION DE LA RENCONTRE ECOTECH PLASTIQUES & EMBALLAGES 2019 ORGANISÉE PAR



## Avant - propos

Vous êtes une entreprise déployant une activité dans le secteur des plastiques & emballages ou ayant recours aux emballages ? Vous cherchez à innover ?

Vous trouverez dans ce portfolio les contacts directs, ainsi que l'offre de compétences et de technologies des principaux laboratoires de recherche publique français spécialisés et engagés dans des partenariats avec les entreprises, de la PME au grand groupe.

48 fiches « offres » dans les domaines des bio-sourcés // de l'éco-conception // du recyclage // des nouvelles formulations ont été rassemblées pour être mises à votre disposition.

Ce travail a été réalisé à l'occasion de la Rencontre Ecotech Plastiques et Emballages organisées en novembre 2019 par l'association des Institut Carnot et le PEXE, l'association des éco-entreprises de France.

L'objectif : favoriser le développement de nouvelles collaborations visant à adresser les marchés et accélérer le déploiement de solutions.

Il se manifeste aujourd'hui une volonté forte des professionnels de l'ensemble de la chaîne de valeur des plastiques d'emballages (chimistes, plasturgistes, metteurs sur le marché, recycleurs) d'innover pour répondre aux attentes croissantes en matière de réduction de l'impact environnemental.

Il va être nécessaire de relever de nombreux défis techniques, technologiques, scientifiques pour atteindre ces objectifs.

Le vivier exceptionnel de compétences des laboratoires Carnot est à votre disposition pour relever ces défis.

Les équipes du Réseau Carnot  
& PEXE-Les éco-entreprises de France

## Partenaires & soutiens



## Biosourcés

- P 8 [Halle Agromat, un outil de démonstration pour les agromatériaux](#)
- P 9 [Conception de matériaux biodégradables et/ou compostables](#)
- P 10 [Conception d’emballages agroalimentaires biodégradables](#)
- P 11 [Additifs bio-sourcés pour matrice polymère de type PLA](#)
- P 12 [Levure produisant des acides gras de longueur moyenne](#)
- P 13 [Elaboration de polymères issus de ressources renouvelables](#)
- P 14 [Smart coatings biosourcés : antibactérien, antiadhésif, antifouling](#)
- P 15 [Polyuréthane biosourcé sans isocyanate](#)
- P 16 [Emballages biosourcés à propriétés antioxydantes](#)
- P 17 [Un «polystyrène marin», alternative aux produits pétrosourcés](#)
- P 18 [Des bouteilles en PEF, un polymère issu de sucres végétaux](#)
- P 19 [Soudage biosourcé d’emballages par ultrason](#)
- P 20 [Funcell : additifs biosourcés pour papier, carton et non-tissé](#)
- P 21 [Paper Touch, un papier attractif, interactif et connecté](#)
- P 22 [Matériaux alvéolaires : mousses de calage en cellulose micro-fibrillée \(MFC\)](#)
- P 23 [Des technologies de rupture pour des emballages éco-responsables](#)

## Éco-conception

- P 26 [Evaluation environnementale des agro-bio procédés par l’ACV](#)
- P 27 [Accompagnement méthodologique à l’éco-innovation](#)
- P 28 [Ingénierie du cycle de vie des produits complexes et/ou plastiques](#)
- P 29 [Des débouchés nouveaux pour valoriser vos thermoplastiques](#)
- P 30 [Intégrer pleinement l’ACV dans les démarches d’éco-conception](#)
- P 31 [Emballages alimentaires : interactions contenant-contenu, sécurité sanitaire](#)

# Recyclage

- P 34 [Chaire Recyclage et Economie circulaire : un espace hybride d'expérimentation](#)
- P 35 [Formulation de polymères recyclés issus de déchets](#)
- P 36 [Déformulation de matrices polymériques complexes](#)
- P 37 [Recyclage de pneumatiques](#)
- P 38 [Maîtrise des odeurs](#)
- P 39 [Recyclage des plastiques : traitement mécanique et dépolymérisation](#)
- P 40 [Ligne d'étude de la recyclabilité des emballages flexibles](#)
- P 41 [Ligne de valorisation et caractérisation des matières recyclées](#)
- P 42 [Extraction et désodorisation par simple extrusion sous CO2 supercritique](#)
- P 43 [Extrusion assistée eau, solution pour désodoriser les plastiques à recycler](#)
- P 44 [Traitement par rayonnements ionisants](#)
- P 45 [Technologies ThermoPRIME et ThermoSaic](#)
- P 46 [Biodégradabilité des plastiques en compostage et méthanisation](#)
- P 47 [Dépolymérisation contrôlée des plastiques à base cellulosique](#)
- P 48 [Challenge tests pour évaluation de la décontamination chimique](#)

# Nouvelles Formulations

- P 50 [Nouveaux emballages à hautes propriétés barrière aux gaz](#)
- P 51 [Des matières alternatives pour vos plastiques et caoutchoucs](#)
- P 52 [Polymères reprocessables](#)
- P 53 [Substitution de produits dangereux](#)
- P 54 [« Time-Dependant Properties » : prédire le comportement des matériaux](#)
- P 55 [Amélioration des performances des polymères](#)
- P 56 [Membranes à perméation de gaz contrôlée](#)
- P 57 [Nouvelles formulations & composites biosourcés](#)
- P 58 [Composites à matrice vitrimère pour l'emballage](#)
- P 59 [Formulation, mise en œuvre et contrôle des pièces plastiques](#)
- P 60 [Emballages alimentaires : caractérisation, enrobages, emballages actifs/intelligents](#)





Biosourcés



# Halle Agromat

## un outil de démonstration pour les agromatériaux



[Retour sommaire](#)

Halle AGROMAT - Laboratoire de Chimie Agro-industrielle (UMR 1010 Inra/Inpt-Ensiacet) - Tarbes  
[site web](#)

Contact : [Philippe EVON](#)

### Utilité et utilisateurs

AGROMAT est une halle de démonstration pour la transformation de la matière végétale en agromatériaux. Fruit de compétences acquises par le Laboratoire de Chimie Agro-industrielle, elle est située à Tarbes (65) et s'étend sur 1 200 m<sup>2</sup>. Son parc de matériels est riche d'un extracteur « toutes fibres » et de diverses technologies thermomécaniques, toutes issues de la plasturgie : extrudeur bi-vis de haute capacité, extrudeurs mono-vis, presse à injecter, thermopresse à plateaux. Nos offres sont destinées aux industriels de la plasturgie, de l'agro-industrie, etc.

### Quelles originalités / avancées scientifiques ou technologiques ?

Les agromatériaux développés sont d'origine 100% naturelle. Ils sont à la fois biodégradables et éco-compatibles, permettant une moindre dépendance aux plastiques d'origine fossile.



© LCA - Ensiacet

### Notre offre de partenariat avec les entreprises

AGROMAT fait le pont entre les recherches en laboratoire et la phase d'industrialisation. Sa mission est de promouvoir le développement des agromatériaux auprès de ses partenaires industriels et de les accompagner jusqu'au stade de la présérie.



# Conception de matériaux biodégradables et/ou compostables



[Retour sommaire](#)

LCA/CATAR - Centre d'application et de traitement des agroressources - Toulouse  
[site web](#)

Contact : [Christine RAYNAUD](#)

## Utilité et utilisateurs

Le CATAR a une expérience reconnue dans le fractionnement et la transformation de la matière végétale, notamment pour la fabrication d'agromatériaux. Ces derniers, constitués à partir d'agro ressources, peuvent être réalisés par le CATAR à échelle pilote et préindustrielle d'un seul constituant ou d'un mélange de biopolymères (amidon, protéines, cellulose...), de fibres végétales (lin, miscanthus...) et/ou de bioplastiques (PLA, PHA...) afin d'être employés dans le packaging ou l'emballage alimentaire.



© LCA/CATAR

## Quelles originalités / avancées scientifiques ou technologiques ?

Les matériaux développés sont d'origine 100% naturelle. Ce qui permet une moindre dépendance aux sources fossiles.

## Notre offre de partenariat avec les entreprises

L'activité principale du CATAR est d'accompagner les entreprises dans leur projet d'innovation et de transfert de technologie, depuis la recherche initiale jusqu'au produit industriel, dans le respect de la confidentialité.



# Conception d'emballages agroalimentaires biodégradables



[Retour sommaire](#)

ITERG et Genial (UMR Inra, AgroParisTech) Canejan (33) / Paris - [site web](#)

Contact : [Coraline CAULLET](#)

## Utilité et utilisateurs

Un additif issu de co-produits de l'huilerie (condensats de désodorisation issus du raffinage des huiles végétales) a été développé.

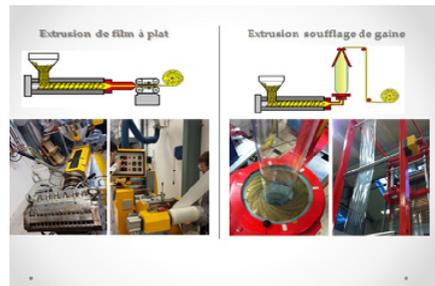
Cette formulation permet d'augmenter d'un facteur 20 la ductilité de films fins de PLA tout en maintenant une transition vitreuse supérieure à la température ambiante.

Des films de PLA thermostables, imprimables, et aptes au contact alimentaire, en mélange avec un PHA, peuvent également être produits.

Les utilisateurs visés sont les compounders et les sociétés en mesure d'assurer l'ensemble de la chaîne de valeur, de la production de polymères biosourcés et/ou biodégradables à la mise en œuvre de l'emballage.

## Quelles originalités / avancées scientifiques ou technologiques ?

- additifs issus de co-produits de l'huilerie,
- amélioration des propriétés mécaniques (ductilité).



© DR

## Notre offre de partenariat avec les entreprises

Un brevet protège la technologie. Le Carnot 3BCAR propose une licence sur brevet ou un programme R&D de validation.



# Additifs bio-sourcés pour matrice polymère de type PLA



[Retour sommaire](#)

Iterg et Genial (UMR Inra/AgroParistech) - Canejan (33)/Paris - [site web](#)

Contact : [Guillaume CHOLLET](#)

## Utilité et utilisateurs

Utilisation de polyesters biosourcés issus des huiles végétales pour améliorer la résistance aux chocs et/ou aider à la nano-structuration d'une matrice polymère, notamment le PLA.

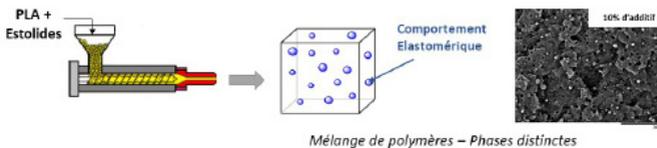
Utilisateurs visés : producteurs de polymères, compounders et sociétés en mesure d'assurer l'ensemble de la chaîne de valeur, de la production de polymères biosourcés et/ou biodégradables à la mise en œuvre de l'emballage.

## Quelles originalités / avancées scientifiques ou technologiques ?

Polymère biosourcé – exempté REACH – potentiellement post-fonctionnalisable.

## Notre offre de partenariat avec les entreprises

Prestations sous contrat en B2B (ITERG est éligible au CIR) et projets de R&D collaboratifs (échelle régionale à européenne).



© DR



# Levure

## produisant des acides gras de longueur moyenne



[Retour sommaire](#)

TBI - Toulouse Biotechnology Institute (UMR Insa/Inra Cnrs) - équipe CIMES - Toulouse  
[site web](#)

Contact : [Florence BORDES](#)

### Utilité et utilisateurs

Matériaux biosourcés, recyclabilité, compostabilité et biodégradabilité : combinaison avec d'autres biomasses pour des emballages biosourcés et recyclables

### Quelles originalités / avancées scientifiques ou technologiques ?

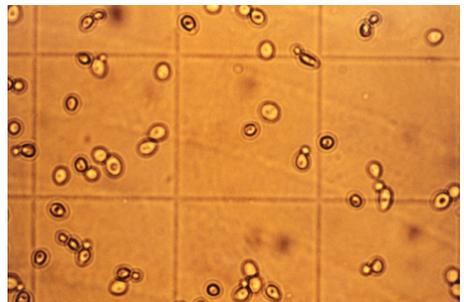
L'équipe Catalyse et Ingénierie Moléculaire Enzymatiques de TBI a mis au point une méthode pour augmenter la proportion d'acides gras à chaînes moyennes produits par une levure.

Les avantages sont :

- reproductibilité de la méthode,
- variation de longueur de chaîne entre C14 et C18,
- levure oléagineuse capable d'accumuler d'importantes quantités d'acides gras,
- levure classée GRAS utilisée pour d'autres procédés industriels.

### Notre offre de partenariat avec les entreprises

Un brevet protège la technologie. La méthode est basée sur des approches de modélisation moléculaire sur l'enzyme de biosynthèse des acides gras (Fatty acid Synthase). Le Carnot 3BCAR propose une collaboration par licence sur brevet ou option de licence avec un programme R&D de validation.



© DR



# Elaboration de polymères issus de ressources renouvelables



[Retour sommaire](#)

Montpellier  
[site web](#)

Contact : [Sylvain CAILLOL](#)

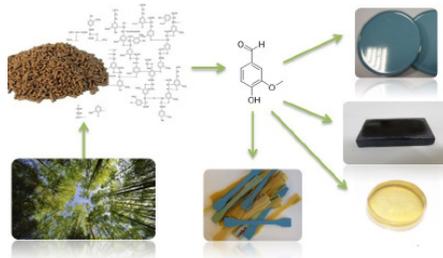
## Utilité et utilisateurs

Entreprises du plastique ou de l'emballage réalisant la synthèse de polymères, d'additifs, de matériaux et de composites ou formulateurs de revêtements, liants, adhésifs, encres et peintures, désireux de réduire leur impact environnemental, d'élaborer des produits issus de ressources renouvelables.

## Quelles originalités / avancées scientifiques ou technologiques ?

Nous possédons une expertise reconnue dans la chimie de synthèse permettant de fonctionnaliser les ressources renouvelables, en particulier les huiles végétales, acides gras et phénols naturels (dérivés de la lignine...). Nous élaborons des monomères et des polymères thermoplastiques et thermodurcissables, issus de ressources renouvelables, pour des applications telles que liants, revêtements, matrices de composites ou additifs.

Nous sélectionnons les voies d'accès afin de remplacer des substances dangereuses, en accord avec la réglementation.



© Sylvain Caillol

## Notre offre de partenariat avec les entreprises

Collaboration de recherche (contractuelle ou collaborative) expertise, prestations...



# Smart coatings biosourcés

antibactérien, antiadhésif, antifouling



[Retour sommaire](#)

LCMT – Laboratoire de chimie moléculaire et thio-organique (UMR Univ. Caen/Ensicaen/Cnrs) – Caen  
[site web](#)

Contact : [Géraldine GOUHIER](#)

## Utilité et utilisateurs

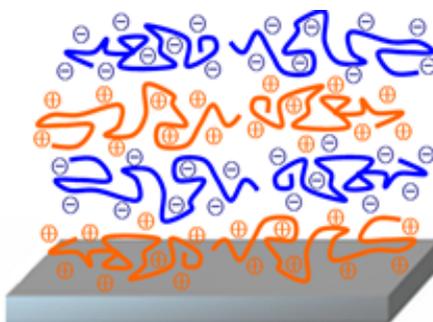
Les entreprises en agroalimentaire (équipement, enrobage) et en cosmétique (flaconnage) sont particulièrement visées par cette technologie.

## Quelles originalités / avancées scientifiques ou technologiques ?

Ces revêtements apportent de nouvelles propriétés permettant de limiter l'usage de formulations complexes comportant des stabilisants ou conservateurs. Ces surfaces plastiques peuvent également libérer de manière contrôlée des molécules actives.

## Notre offre de partenariat avec les entreprises

L'incorporation ou la modification sélective des polymères biosourcés permet d'accéder à de nouveaux supports aux propriétés spécifiques qui peuvent être mis en forme à façon (film, billes, éponges, aérogels...) via des immobilisations covalentes ou non.



© DR



# Polyuréthane biosourcé sans isocyanate



[Retour sommaire](#)

PBS - Polymères Biopolymères Surfaces (UMR Univ. Rouen/Cnrs) - Rouen

[site web](#)

Contact : [Géraldine GOUHIER](#)

## Utilité et utilisateurs

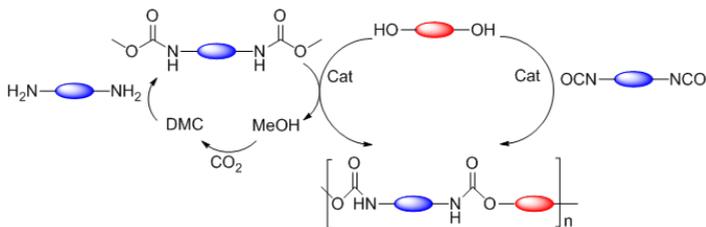
Dans le cadre de la réglementation REACH, l'utilisation de non-isocyanate polyuréthane (NIPU) devient désormais une nécessité industrielle pour des applications en isolation ou revêtements.

## Notre offre de partenariat avec les entreprises

Les experts du Carnot I2C développent une chimie durable via des procédés de transuréthanisation de monomères biosourcés et en proposant des réactifs alternatifs verts.

## Quelles originalités / avancées scientifiques ou technologiques ?

La maîtrise de la photopolymérisation de systèmes acryliques ou époxydés non pétrosourcés et la compréhension des cinétiques réactionnelles mises en jeu permettent de proposer des procédés de synthèse verts et innovants sans isocyanates. Des matériaux thermoplastiques plus cristallins et plus stables sont obtenus.





# Emballages biosourcés à propriétés antioxydantes



[Retour sommaire](#)

LERMAB - Laboratoire d'études et de recherche sur le matériau bois - Nancy  
[site web](#)

Contact : [Nicolas BROSSE](#) - [Sandrine HOPPE](#)

## Utilité et utilisateurs

Le LERMAB dispose de plusieurs plateformes équipées pour :

- le traitement chimique et physique de la biomasse ligno-cellulosique : pilote d'explosion à la vapeur, extrudeuse bi-vis corotative,
- l'analyse et la caractérisation de la biomasse ligno-cellulosique, du bois et de ses extractibles.

## Quelles originalités / avancées scientifiques ou technologiques ?

Issu d'une collaboration au sein du Carnot ICÉEL entre le LERMAB et le Laboratoire Réaction et Génie des Procédés, un procédé d'élaboration par extrusion réactive de composites thermoplastiques/tanins a été développé. Ces matériaux ainsi élaborés sont entièrement biodégradables (constituants issus de ressources naturelles : polyacide lactique et tanins extraits d'écorces de mimosa). Extrudés sous forme de filaments, ils sont utilisés pour fabriquer par impression 3D des emballages rigides présentant des propriétés anti-oxydantes très appréciées dans le domaine de l'emballage alimentaire ou cosmétique.



© Iceel\_Lermab

## Notre offre de partenariat avec les entreprises

La collaboration avec le milieu industriel s'effectue à travers des programmes de R&D, de la formation ainsi que du transfert de technologie.



# Un «polystyrène marin»

## alternative écologique aux produits pétrosourcés



[Retour sommaire](#)

C2MA - Centre des Matériaux des Mines - Alès  
[site web](#)

Contact : [Eric GUIBA](#) - [Thierry VINCENT](#)

### Utilité et utilisateurs

Ce matériau biosourcé, de faible densité et aux bonnes propriétés d'isolation thermique, nous permet de décliner de nombreuses propriétés d'usage. Son association avec d'autres matériaux (bois, carton, cuir, etc.) permet de nombreuses réalisations, pour la décoration, l'architecture intérieure, le packaging isotherme, l'accastillage, la mode et le luxe...

### Quelles originalités / avancées scientifiques ou technologiques ?

ALGIMEL est un matériau compatible avec des critères de développement durable (cycle de vie, élimination en fin de vie). La versatilité du matériau (mise en forme aisée par post-formage), les propriétés d'incorporation (composites améliorés), les procédés de fabrication peu énergivores et respectueux de l'environnement, les bonnes propriétés d'isolation (comparables à celles des produits synthétiques pétro-sourcés), les propriétés de retard de flamme et l'élimination aisée par compostage en fin de vie sont autant d'avantages du procédé innovant. Brevet N°FR190315.



© DR

### Notre offre de partenariat avec les entreprises

Notre ambition est de proposer une mousse isolante « dégradable », une alternative au polystyrène. Ce matériau aux qualités remarquables permet, dès aujourd'hui, de réaliser de nombreux objets et panneaux composites qui, sans doute, susciteront l'intérêt d'industriels du packaging, des emballages isothermes... voire de la décoration.



# Des bouteilles en PEF

## un polymère issu de sucres végétaux



[Retour sommaire](#)

CEMEF Mines ParisTech – Centre de mise en forme des matériaux – équipe Mécanique physique des polymères industriels - Sophia Antipolis - [site web](#)

Contact : [Christelle COMBEAUD](#)

### Utilité et utilisateurs

Le polyéthylène furandicarboxylate (PEF) est un matériau polymère d'origine biosourcée, synthétisable à partir du fructose. C'est un matériau susceptible de remplacer le polyéthylène téréphtalate (PET) pétrosourcé dans les applications d'emballage alimentaire et en particulier sur le marché des bouteilles en plastique.

### Quelles originalités / avancées scientifiques ou technologiques ?

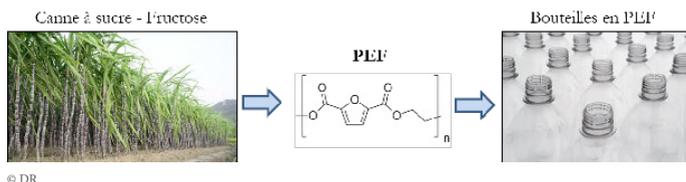
L'enjeu de la recherche actuelle est de comprendre la formabilité du PEF à chaud et son aptitude à développer une microstructure pertinente pour l'application finale.

Le PEF présente des gammes de formage finalement comparables à celles du PET. En outre, les propriétés thermiques, mécaniques et barrière du PEF étiré sont prometteuses car équivalentes, voire supérieures, à celles du PET.

### Notre offre de partenariat avec les entreprises

Avantium, pour la synthèse du PEF, et Sidel, pour l'expertise en soufflage, sont financeurs des travaux de thèse en cours, ainsi que l'Ademe. Deux laboratoires académiques, le Cemeef et l'Institut de Chimie de Nice sont actuellement associés dans ces travaux de recherche.

### ❖ Alternative biosourcée au PET



© DR



# Soudage biosourcé d'emballages par ultrason



[Retour sommaire](#)

3SR – Laboratoire Sols, Solides, Structures, Risques (UMR Univ. Grenoble/Cnrs/Grenoble Inp) - équipe CoMHet - Grenoble - [site web](#)

Contact : [François PORTIER](#)

## Utilité et utilisateurs

Producteurs d'emballages base papier/carton, cartonniers, papetiers.

## Quelles originalités / avancées scientifiques ou technologiques ?

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.

Le projet Nanosono, financé par PolyNat, a montré que le soudage ultrasons permettait d'atteindre des niveaux d'adhésion très importants sur certains papiers-cartons, y compris des références commerciales. De plus, le couchage préalable de nanofibrilles ou nanocristaux de cellulose, conférant certaines propriétés barrière, permet également d'atteindre des forces d'adhésion très importantes (350 N/m, standard thermoscellabilité = 160 N/m).



© Chézière

## Notre offre de partenariat avec les entreprises

Codéveloppement de la technologie à une échelle industrielle (thèse CIFRE, montage de projet européen avec l'aide d'un CTI du papier, recherche contractuelle).



# Funcell

## Additifs biosourcés pour papier, carton et non-tissé



[Retour sommaire](#)

CERMAV Cnrs – Centre de recherche sur les macromolécules végétales – Grenoble  
[site web](#)

Contact : [Julien LEGUY](#)

### Utilité et utilisateurs

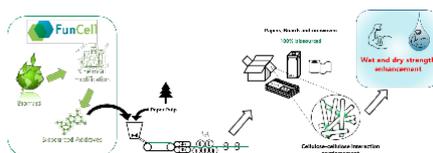
La faible résistance à l'état humide des matériaux celluloseux, comme le papier ou le carton, est un des points limitant leur utilisation dans les emballages, en particulier par rapport aux plastiques.

Les additifs de résistance à l'état humide (REH) utilisés actuellement sont pétro-sourcés, toxiques, demandent des adaptations des procédés de fabrication, et réduisent la recyclabilité des matériaux.

### Quelles originalités / avancées scientifiques ou technologiques ?

Grâce à une technologie issue du CERMAV, la future start-up FUNCELL vise à commercialiser des additifs REH pour l'industrie papetière.

Ces additifs ont les avantages d'être biosourcés, non toxiques, biodégradables, iso-procédé pour la chaîne papetière et offrent une large gamme de performances : à l'état sec mais aussi à l'état humide, (pouvant atteindre plus de 30 % en termes de ratio humide/sec).



©DR

### Notre offre de partenariat avec les entreprises

Au sein du Carnot PolyNat, la future start-up collabore avec le CERMAV et le Centre Technique du Papier pour le développement laboratoire, et elle est accompagnée par la SATT Linksiium pour la création de l'entreprise. Nous sommes à la recherche d'industriels ayant besoin d'additifs REH, pour poursuivre le développement de la technologie FUNCELL en partenariat avec de futurs clients



# PaperTouch

## un papier attractif, interactif et connecté



[Retour sommaire](#)

LGP2 – (UMR Cnrs/Grenoble Inp/Agfpi) - Grenoble  
[site web](#)

Contact : (Paper Touch) [Fanny TRICOT](#)  
(LGP2) [Davide BENEVENTI](#)

### Utilité et utilisateurs

PaperTouch propose une solution écoresponsable au besoin d'interactivité entre les Hommes et les objets du quotidien grâce à un papier contenant des fonctions électroniques dans son épaisseur. Dans le secteur du packaging, il permet :

- une nouvelle expérience client via un emballage interactif et s'illuminant,
- une transmission de nombreuses informations sans impacter le design visuel en intégrant des fonctions NFC,
- une traçabilité des produits.

### Quelles originalités / avancées scientifiques ou technologiques ?

Le procédé breveté de fabrication du papier intelligent permet d'imprimer et d'encapsuler des circuits électroniques au cœur du papier sans utiliser d'adhésif. Aucun excès de matière n'est généré et le papier intelligent est compatible avec le recyclage. Lorsque le papier est immergé dans l'eau, les fibres cellulosiques se différencient de la partie électronique. Elles peuvent ainsi être réutilisées.

### Notre offre de partenariat avec les entreprises

Projet de création d'entreprise soutenu par la SATT Linksium. Aujourd'hui, PaperTouch est capable de réaliser des prototypes. Des actions sont en cours pour proposer une solution grande échelle.



© Chézière



# Matériaux alvéolaires

## mousses de calage en cellulose micro-fibrillée (MFC)



[Retour sommaire](#)

LRP – Laboratoire Rhéologie et Procédés (UMR Univ. Grenoble-Alpes/Cnrs/Grenoble Inp), en partenariat avec le CTP/LGP2 – Grenoble - [site web](#)

Contact : [Emeline TALANSIER](#)

### Utilité et utilisateurs

Mousse de calage pour l'emballage, mousse pour l'isolation thermique ou acoustique.

### Quelles originalités / avancées scientifiques ou technologiques ?

A travers trois projets financés par PolyNat (Microfoam, Cellufoam et SubioFoams), nos équipes ont cherché à développer des mousses bio-sourcées avec des caractéristiques similaires aux mousses pétro-sourcées utilisées dans les emballages pour résister aux chocs, à la compression ou pouvant servir d'isolant thermique (polystyrène expansé, mousses de polyuréthanes).

Elles ont travaillé sur la génération de mousses en formulant des suspensions à base de cellulose micro-fibrillée (MFC), puis en identifiant la technique de foisonnement industrialisable (TRL>4) la plus adaptée.

Les projets ont permis la conception et la maîtrise de bancs pilotes générateurs de mousse permettant de produire en continu des mousses stables à taux d'aération contrôlé. A ce jour, les équipes étudient les technologies de séchage appropriées afin d'obtenir un procédé de production de mousses biosourcées reproductible et transposable à l'échelle industrielle.



©PolyNat-Cheziere

### Notre offre de partenariat avec les entreprises

Thèse Cifre, ANR, contrat de collaboration.



# Des technologies de rupture pour des emballages éco-responsables



[Retour sommaire](#)

CTP - Centre Technique du Papier - Grenoble - [site web](#)

Contact : [Guy Eymine PETOT TOURTOLLET](#)

## Utilité et utilisateurs

Industrie papetière/carton, producteurs d'emballages.

## Quelles originalités / avancées scientifiques ou technologiques ?

L'hydrophilie naturelle de la cellulose est un avantage exploité dans de nombreuses applications, mais constitue aussi un frein à certains usages. La chromatogénie, procédé de rupture breveté par le CNRS et le Centre Technique du Papier, permet de rendre hydrophobe ce matériau naturel, de façon efficace et durable, grâce à une chimie sans solvant et avec des temps de réaction courts.

Utilisée seule, elle apporte une propriété barrière à l'eau aux emballages. Couplée à une enduction de PVOH, le matériau traité devient barrière à l'eau, à la vapeur d'eau, à la graisse et aux gaz, le tout étant recyclable et biodégradable.

En complément, un développement en cours permet d'apporter par lamination humide une fine couche de fibrilles de cellulose au support, qui, combiné à la chromatogénie, permet d'obtenir une barrière à l'eau, à la vapeur d'eau, à la graisse et aux gaz, recyclable et biodégradable, mais cette fois-ci sans le PVOH d'origine pétrosourcée.

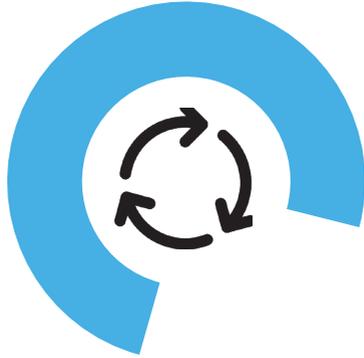
## Notre offre de partenariat avec les entreprises

Les partenariats visent essentiellement le déploiement industriel de la technologie pour des applications sur des substrats plans (2D) de type papiers/cartons/films ou pour des substrats en 3D comme les barquettes, etc...



© Chézière





# Éco-conception



# Evaluation environnementale des agro-bio procédés par l'ACV



[Retour sommaire](#)

Inra Transfert Éco-conception et ACV, Inra Lbe, Irstea Itap, pôle Elsa – Montpellier  
[site web](#)

Contact : [Antoine ESNOUF](#) - [Doris BROCKMANN](#) - [Philippe ROUX](#)

## Utilité et utilisateurs

Diagnostic environnemental et éco-conception de produits et d'emballages biosourcés par la méthodologie d'Analyse du Cycle de Vie (ACV, normée ISO).



## Quelles originalités / avancées scientifiques ou technologiques ?

Adossé au pôle de recherche ELSA dédié à l'ACV, Inra Transfert propose aux industriels un accompagnement dans le développement de produits éco-conçus en s'appuyant sur le savoir-faire de l'Inra. L'expertise du pôle, centrée sur les agro-bio procédés, vous permettra d'obtenir une analyse avancée de vos performances sur des indicateurs biophysiques pour, par exemple, supporter vos choix de nouveaux matériaux ou d'emballage en cohérence avec votre filière de production et de distribution.



© DR

## Notre offre de partenariat avec les entreprises

Une stratégie personnalisée et adaptée à vos besoins est proposée grâce à une équipe d'ingénieurs experts en analyse environnementale.



# Accompagnement méthodologique à l'éco-innovation



[Retour sommaire](#)

APESA – Association pour l'Environnement et la Sécurité en Aquitaine – Pau  
[site web](#)

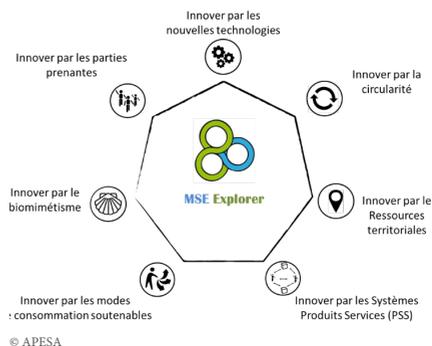
Contact : [Cyril BALDACCHINO](#)

## Utilité et utilisateurs

Face aux enjeux économiques actuels, les entreprises se doivent d'innover toujours plus, avec cette réalité que l'innovation doit être considérée comme un facteur essentiel de développement et de différenciation d'une entreprise à l'autre. Les pratiques actuelles de l'éco-conception tendent vers des améliorations incrémentales et ne proposent que trop rarement de réelles alternatives, sans valeur ajoutée pour l'entreprise.

## Quelles originalités / avancées scientifiques ou technologiques ?

L'éco-innovation est une innovation centrée majoritairement sur la dimension environnementale mais intégrant des aspects technico-économiques et sociaux, et qui améliore de manière significative la performance durable globale d'un produit tout au long de son cycle de vie et à un haut niveau systémique.



## Notre offre de partenariat avec les entreprises

Pour répondre à ce défi, l'Apesa a développé une boîte à outils méthodologiques appropriables et à visée opérationnelle, mettant en avant les conditions de réussite et les points d'écueil, dont les entreprises pourront se saisir en les adaptant en fonction de leurs spécificités et de leurs ressources propres mobilisables.



# Ingénierie du cycle de vie des produits complexes et/ou plastiques



[Retour sommaire](#)

Institut Arts et Métiers de Chambéry - [site web](#)

Contact : [Carole CHARBUILLET](#)

## Utilité et utilisateurs

L'Institut Arts et Métiers de Chambéry est dédié à l'innovation durable. Il s'agit d'intégrer l'économie circulaire dans le processus de développement afin de réduire les impacts environnementaux et les coûts tout en créant de la valeur, de différencier son image et de stimuler la créativité.

## Quelles originalités / avancées scientifiques ou technologiques ?

La R&D porte sur l'ingénierie du cycle de vie à travers toutes les phases de vie d'un produit/service. La science des matériaux et la recherche sur les technologies « fin de vie » amènent aux scénarios optimaux de valorisation de déchets plastiques. L'Institut propose de développer cette démarche dès les premières phases du processus RDI (à TRL bas).

Exemple de projets : plastiques en contact alimentaire, tri de plastiques noirs, indicateurs d'éco-efficacité du recyclage.



© DR

## Notre offre de partenariat avec les entreprises

- design for X, ACV, écoconception,
- Fab-lab, créativité, économie de fonctionnalité,
- étude de faisabilité de filières de recyclage, techniques de tri/démantèlement/recyclage, spectrographie,
- projets aidés, stages étudiants,
- formation inter/intra entreprises à la carte.



# Des débouchés nouveaux pour valoriser vos thermoplastiques



[Retour sommaire](#)

ERPI - Equipe de Recherche sur les Processus Innovatifs - Nancy - [site web](#)

Contact : [Hakim BOUDAOU](#)

## Utilité et utilisateurs

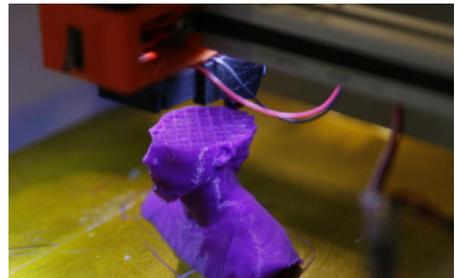
A travers le concept d'Economie Circulaire nous proposons une réévaluation de l'ensemble de la chaîne de valeur de vos produits thermoplastiques.

## Quelles originalités / avancées scientifiques ou technologiques ?

Au niveau pilotage, nous pouvons pour un nouveau produit évaluer les besoins et les pratiques puis concevoir la chaîne de valeur allant du produit à la filière et ce en intégrant l'environnement du projet.

<http://lf2l.fr/place/>

Au niveau opérationnel, nous proposons des voies de réutilisation des thermoplastiques au moyen de la fabrication additive. <http://lf2l.fr/projects/green-fablab/>.



©ERPI/UL/LF2L/ECruz

## Notre offre de partenariat avec les entreprises

L'ERPI propose d'évaluer de manière technico-économique le potentiel de recyclage de produits plastiques ainsi que l'étude de voies de revalorisation nouvelles.



# Intégrer pleinement l'ACV dans les démarches d'éco-conception



[Retour sommaire](#)

C2MA - Centre des Matériaux des Mines d'Alès – équipe Rime - Pau - [site web](#)

Contact : [Joana BEIGBEDER](#)

## Utilité et utilisateurs

De nouvelles solutions d'emballages existent : réutilisables, plastiques biodégradables et/ou biosourcés. Sont-elles écologiques ? L'analyse de cycle de vie (ACV) permet d'y répondre en évaluant les impacts environnementaux de ces solutions, en fonction de leurs utilisations.

L'ACV permet également d'identifier les étapes les plus impactantes du cycle de vie et donc de définir les priorités d'actions dans une démarche d'éco-conception.

## Quelles originalités / avancées scientifiques ou technologiques ?

La modélisation du cycle de vie sur le logiciel Gabi TS permet une grande liberté dans la création des scénarios, afin d'évaluer l'option la plus écologique. Gabi TS permet l'accès à des bases de données très complètes.

Les compétences en plasturgie du C2MA permettent également de simuler la fin de vie des matériaux (recyclage, incinération), d'identifier des solutions biosourcées, afin d'intégrer des données réalistes dans les modèles d'ACV.

## Notre offre de partenariat avec les entreprises

Des partenariats sous forme de thèses, stages, contrats de recherche directs, projets collaboratifs sont possibles.



© Thinkstep a sphaera company



# Emballages alimentaires

## interactions contenant/contenu sécurité sanitaire



[Retour sommaire](#)

UMR Génial (AgroParisTech, Inra) – SayFood – Jouy-en-Josas (78)  
[site web](#)

Contact : [Sandra DOMENEK](#)

### Utilité et utilisateurs

SayFood possède un savoir-faire en termes de mesure des interactions contenant/contenu, d'analyse de contaminants et de modélisation des phénomènes de transfert dans les matériaux et les emballages pour des applications alimentaires, cosmétiques et pharmaceutiques.

Ceci permet de développer avec des entreprises des outils d'aide à la décision pour la prévision de la conformité réglementaire des emballages dès leur conception (Safe by design), prédire la durée de vie des aliments conditionnés et élaborer des compromis produit pour le développement d'emballages éco-conçus (ré-design, recyclabilité, nouvelles matières biosourcées et biodégradables, valorisation de coproduits, nanocomposites).

### Quelles originalités / avancées scientifiques ou technologiques ?

L'approche scientifique intégrée entre méthodes calculatoires et expérimentales permet de minimiser le nombre d'analyses nécessaires et l'implémentation des méthodes à très haut débit pour explorer des centaines d'alternatives dans un temps réduit (concepts, formats, conditions d'utilisation, résines). Il fait appel à des outils numériques open-source développés par l'Inra et a des méthodes analytiques originales.

### Notre offre de partenariat avec les entreprises

Des partenariats sous forme de thèse, stage, contrats de recherche directs, projets collaboratifs sont possibles.



© UMR Génial





# Recyclage



# Chaire Recyclage & Economie Circulaire



[Retour sommaire](#)

Chaire Recyclage et Economie circulaire - Ecole Centrale Lyon – Ecully [site web](#)

Contact : [Catherine GIRAUD-MAINAND](#)

## Utilité et utilisateurs

La chaire Recyclage & Economie Circulaire intervient en accompagnement des chercheurs et des entreprises travaillant dans les domaines de la prévention, du tri et du recyclage des déchets.

## Quelles originalités / avancées scientifiques outechnologiques ?

Concrètement, elle peut apporter aux laboratoires engagés dans ces thématiques, un soutien sur des sujets de réglementation, d'écoconception, de tri et de séparation des déchets plastique, notamment ménagers. Mais elle peut aussi intervenir sur des sujets plus comportementaux : sociologie, anthropologie, qui peuvent cohabiter aux côtés des enjeux techniques liés notamment au recyclage des plastiques, ainsi que sur les enjeux économiques.

Espace hybride d'expérimentation, hébergé à l'Ecole Centrale de Lyon, elle-même membre de l'Institut Carnot Ingénierie@Lyon, la chaire est une ressource pour les trois laboratoires hébergés à l'Ecole Centrale mais elle s'inscrit de façon plus large dans l'écosystème lyonnais, et propose de mailler les industriels à la recherche d'une amélioration de leurs process et les chercheurs des laboratoires partenaires de l'Institut Carnot, dans le prolongement de la mission de celui-ci.

## Notre offre de partenariat avec les entreprises

Vous êtes une entreprise et souhaitez transformer vos déchets en valeur et limiter vos externalités négatives ? Vous êtes un laboratoire qui contribuez à ces thématiques, nous sommes là pour créer du lien. Faites-vous connaître.





# Formulation de polymères recyclés issus de déchets



[Retour sommaire](#)

I2M - Institut de Mécanique et d'Ingénierie (UMR Univ. Bordeaux/Cnrs/Arts et Métiers/ Bordeaux Inp, Inra) - équipe MPI Recyclage - Bordeaux [site web](#)

Contact : [Olivier MANTAU](#)X

## Utilité et utilisateurs

Les compétences proposées s'adressent aux plasturgistes souhaitant augmenter le taux de matière recyclée dans leurs produits ainsi qu'aux « end-users » souhaitant dégager de l'innovation avec de nouvelles fonctions liées au matériau.

Nos compétences couvrent :

- la reconnaissance IR des matériaux,
- la formulation de matériaux recyclés, l'élaboration de cahiers des charges,
- les alliages de polymères structurés,
- la rhéologie, la microscopie et les essais.

## Notre offre de partenariat avec les entreprises

- prestations de service (essais),
- création d'objets en polymère recyclé,
- consortium ou groupe d'étude pour sujets consistants.



© DR

## Quelles originalités / avancées scientifiques ou technologiques ?

L'équipe est particulièrement investie dans :

- l'étude de compatibilité de polymères recyclés et vierges,
- la mesure de la répartition et des taux de cristallinité,
- la génération de morphologies innovantes (fibrillaires, co-continues...),
- la maîtrise du comportement à froid et à chaud,
- le développement de nouvelles applications en matière recyclée,
- la réalisation de fils recyclés pour impression 3D.



# Déformulation de matrices polymériques complexes



[Retour sommaire](#)

LCMT – Laboratoire de chimie moléculaire et thio-organique (UMR Univ. Caen/Ensicaen/Cnrs) – Caen  
[site web](#)

Contact : [Géraldine GOUHIER](#)

## Utilité et utilisateurs

Le Carnot I2C répond à toute demande de caractérisation avancée de matériaux polymères solubles ou non incluant les motifs de répétitions, fin de chaînes et additifs.

## Quelles originalités / avancées scientifiques ou technologiques ?

Les équipements d'analyse et les expertises uniques des plateformes analytiques d'I2C permettent de réaliser des études de déformulation directe de matrices complexes comme les polymères par mobilité ionique couplée à la spectrométrie de masse à ultra haute résolution (FTICR) et d'accéder à la composition des matériaux, qu'ils soient solubles ou non.

## Notre offre de partenariat avec les entreprises

Appliquée à l'analyse des co-produits, cette technique informe sur le potentiel de recyclage des matières premières grâce à une analyse non ciblée et un traitement de données performant. Par ailleurs ces approches permettent de vérifier la composition du produit fini ainsi que de mettre en évidence des contaminants éventuels.



© DR



# Recyclage des pneumatiques



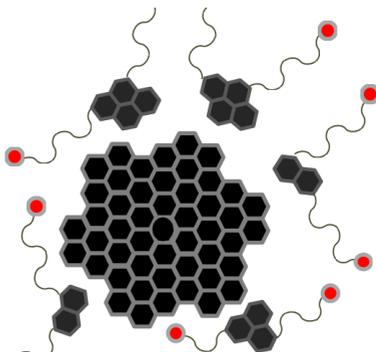
[Retour sommaire](#)

LCMT – Laboratoire de chimie moléculaire et thio-organique (UMR Univ. Caen/Ensicaen/Cnrs) – Caen  
[site web](#)

Contact : [Géraldine GOUHIER](#)

## Utilité et utilisateurs

La valorisation du caoutchouc naturel et des déchets pneumatiques reste un challenge. Les experts du Carnot I2C peuvent valoriser les déchets polymères industriels grâce à des procédés de dépolymérisation ou dégradation permettant l'obtention d'oligomères de structures contrôlées ou d'oligomères téléchéliques pouvant être engagés dans de nouvelles voies de polymérisation.



© DR

## Quelles originalités / avancées scientifiques ou technologiques ?

Les experts d'I2C maîtrisent les procédés de dévulcanisation, dépolymérisation et fonctionnalisation des déchets pneumatiques via un procédé catalytique innovant. Les applications industrielles à hautes valeurs ajoutées sont nombreuses, telles que les électrolytes, catalyses, revêtements anti-corrosion...

## Notre offre de partenariat avec les entreprises

Ainsi le recyclage de déchets élastomères, polymères naturels et biopolymères est désormais possible et permet d'accéder à des copolymères blocs et à de nouvelles matières plastiques.



# Maîtrise des odeurs



[Retour sommaire](#)

URCOM – Unité de recherche en chimie organique et macromoléculaire – Le Havre  
[site web](#)

Contact : [Géraldine GOUHIER](#)

## Utilité et utilisateurs

Une démarche originale est proposée en couplant l'analyse chimique à une évaluation sensorielle avec des experts de l'olfaction pour maîtriser les odeurs lors de la production de plastiques ou d'emballages.

## Quelles originalités / avancées scientifiques ou technologiques ?

Après identification puis quantification des odeurs, des solutions sont proposées pour soit les éliminer soit éviter leur formation grâce à la compréhension et la maîtrise des mécanismes chimiques.

## Notre offre de partenariat avec les entreprises

Une expertise unique d'I2C dans l'évaluation sensorielle des odeurs permet de répondre aux attentes des industriels qui rencontrent des problématiques liées à la production d'odeurs lors de la fabrication de leurs matériaux polymères, en particulier les matériaux biosourcés ou recyclés, ou bien lors de leur utilisation et/ou dégradation.



© DR



# Recyclage des plastiques

## traitement mécanique et dépolymérisation



[Retour sommaire](#)

LRGP – Laboratoire Réactions et Génie des Procédés (UMR Univ. Lorraine/Cnrs) - Nancy  
[site web](#)

Contact : [Sandrine HOPPE](#) - [Anthony DUFOUR](#)

### Utilité et utilisateurs

Deux plateformes au service des chercheurs et des industriels :

- plateforme de transformation et de mise en forme des plastiques,
- plateforme de valorisation thermo-chimique des solides (plastiques, biomasse) équipée de procédés continus de pyrolyse, liquéfaction, hydrotraitement et gazéification.

### Quelles originalités / avancées scientifiques ou technologiques ?

Quelques exemples d'avancées : élaboration de matériaux résistants aux chocs élaborés à partir de poudrettes de pneus recyclés, écoconception de produits à partir de plastiques et d'adjuvants bio-sourcés, pyrolyse (catalytique) de déchets, gazéification de combustibles solides de récupération, liquéfaction hydrothermale de déchets humides.

### Notre offre de partenariat avec les entreprises

Nous proposons aux industriels des prestations (analyses de polymères et de produits liquides, conseil, revue bibliographique), des programmes de R&D, de formation ainsi que du transfert de technologie (changement d'échelle de procédés, dimensionnement, etc.).



© DR



# Ligne d'étude de la recyclabilité des emballages flexibles



[Retour sommaire](#)

IPC - Centre technique industriel Innovation Plasturgie Composites – Bellignat (01)

[site web](#)

Contact : [Jérôme PIEJAK](#)

## Utilité et utilisateurs

Pourquoi : étudier l'impact de la présence de multi matériaux sur le recyclage des emballages, proposer aux industriels des solutions pour améliorer la recyclabilité de leurs produits, d'un nouvel emballage, de nouvelles innovations technologique à l'échelle prototype.

Comment : ligne de test pilote de la recyclabilité des emballages souples (base PE ou emballages plus complexes).

## Quelles originalités / avancées scientifiques ou technologiques ?

Prise en compte des impacts environnementaux et diminution des temps de développement à travers une ligne représentative de l'ensemble des équipements utilisés par les recycleurs.

## Notre offre de partenariat avec les entreprises

Cette ligne est équipée de broyeur, système de lavage, de flottaison, de granulation avec filtration et des lignes de production de films et de tubes en matériaux recyclés. Dimensionnée pour travailler sur des lots représentatifs de quelques kg.

En complément, un ensemble d'équipements de caractérisation laboratoire afin de déterminer les performances des matériaux.



© DR



# Ligne de valorisation & caractérisation des matières recyclées



[Retour sommaire](#)

IPC - Centre technique industriel Innovation Plasturgie Composites – Bellignat (01) - [site web](#)

Contact : [Jaime RODRIGUES](#)

## Utilité et utilisateurs

Qui : toute entreprise de la plasturgie.

Pourquoi : développer des solutions pour revaloriser les pièces plastiques et intégrer des taux croissants de matières recyclées. Etudes de régénération, d'incorporation ou formulation de matière recyclée. Définition d'une data sheet (propriétés et paramètres process) via des tests de processabilité du matériau recyclé. Comment : caractérisations, valorisation et tests de processabilité des Matières Plastiques Recyclées (MPR).

## Quelles originalités / avancées scientifiques ou technologiques ?

- tri de plastiques noirs (VHU, DEEE)
- une ligne complète du tri jusqu'à la mise en forme de la matière recyclée.



Extrusion  
Pellets production



© DR

## Notre offre de partenariat avec les entreprises

Des équipes composées d'experts dotés d'une longue expérience sur la formulation des thermoplastiques et sur la thématique du recyclage. REMIX, plateforme technologique pour l'extrusion et le recyclage équipée de broyeurs, bac de flottaison statique, crible (séparation par taille des broyats), machines de tri électrostatique et triboélectrostatique, d'une extrudeuse-compoundeuse bivis et de presses à injecter.



# Extraction et désodorisation par extrusion sous CO2 supercritique



[Retour sommaire](#)

IMP - Laboratoire Ingénierie des Matériaux Polymères (UMR Univ. Saint-Etienne/Cnrs) - Saint-Etienne  
[site web](#)

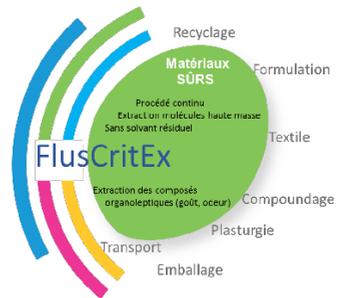
Contact : [Yvan CHALAMET](#)

## Utilité et utilisateurs

Le couplage extrusion et CO2 supercritique proposé permet de purifier et désodoriser les matières plastiques vierges ou recyclées en continu pour obtenir des matériaux ultra-purs pour tous les marchés. La plateforme est destinée à l'ensemble de la filière des matières plastiques, du producteur de matières vierges aux recycleurs.

## Quelles originalités / avancées scientifiques ou technologiques ?

L'originalité est de proposer un outil robuste adapté aux conditions de pression et de température nécessaires à la purification de matières plastiques sous CO2 supercritique. Cette plateforme met à disposition des lignes (laboratoire et pilote) qui s'adaptent aux conditions de traitement des systèmes étudiés.



Couplage fluides supercritiques et extrusion de polymères pour une réponse multisectorielle

© DR

## Notre offre de partenariat avec les entreprises

La plateforme Fluscritex, ouverte à toutes les entreprises, est suffisamment modulable pour permettre des entreprises qui n'ont pas actuellement accès à ce type d'environnement de répondre aux besoins et de construire avec nous leurs solutions de demain. Pour mener ces études et contractualiser ces relations, le laboratoire IMP propose différentes solutions partenariales, depuis les relations bilatérales jusqu'aux montages de consortium multipartenaires.



# Extrusion assistée eau

solution simple pour désodoriser les plastiques à recycler



[Retour sommaire](#)

CERI Matériaux & Procédés (Centre d'enseignement, de recherche et d'innovation) - IMT Lille Douai  
[site web](#)

Contact : [Marie-France LACRAMPE](#)

## Utilité et utilisateurs

Les plastiques issus des filières de recyclage ont souvent vécu des moments difficiles, ont été en contact avec des substances « polluantes » et « sentent mauvais ». La technologie proposée permet, dans de nombreux cas, de réduire cette nuisance olfactive, à moindre coût. Elle s'adresse à tous les recycleurs de matières plastiques dont les gisements présentent ce problème d'odeurs indésirables.



©Mines\_Tpcim

## Quelles originalités / avancées scientifiques ou technologiques ?

Il s'agit d'une technologie très simple dans son principe. Il suffit d'injecter de l'eau, à la bonne pression et au bon débit, dans l'extrudeuse, en ajustant le profil de vis. Les composés émissifs sont évacués par le puits de dégazage, en même temps que la vapeur d'eau.

## Notre offre de partenariat avec les entreprises

Mettre cette technologie à disposition. Expliquer comment elle marche et pourquoi. La valider à l'échelle laboratoire avant de passer au transfert industriel.



# Traitement par rayonnements ionisants



[Retour sommaire](#)

AERIAL – Illkirch (67) - [site web](#)

Contact : [Ludwig NICOLAS](#)

## Utilité et utilisateurs

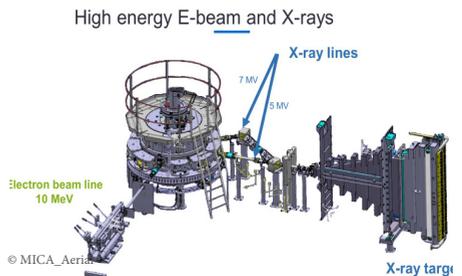
L'irradiation par faisceau d'électrons ou rayons X est un procédé physique de traitement à froid et sans résidus mis en œuvre pour beaucoup d'applications dont la plus connue est la stérilisation.

## Quelles originalités / avancées scientifiques ou technologiques ?

L'utilisation de rayonnements ionisants permet, en fonction de l'énergie déposée, de modifier la matière ou de la réorganiser via des réactions physico-chimiques. On peut notamment améliorer des propriétés des produits biosourcés par radio-réticulation, dégrader des plastiques en vue de leur recyclage ou encore rendre compatibles des mélanges de matériaux par radio-greffage.

## Notre offre de partenariat avec les entreprises

Aerial est un Centre de Ressources technologiques membre de l'institut Carnot MICA mettant en œuvre plusieurs plateformes d'irradiation qui permettent le traitement avec des électrons ou des rayons X de faibles, de moyennes ou de fortes énergies. Aerial propose un ensemble de services parfaitement adaptés au développement de nouveaux procédés et à leur transfert vers l'industrie.





# Technologies ThermoPRIME® & Thermosaïc®



[Retour sommaire](#)

Cetim Grand Est – Mulhouse/Illkirch (67) - [site web](#)

Contact : [Frédéric RUCH](#)

## Utilité et utilisateurs

Cette technologie ambitionne de répondre aux enjeux environnementaux liés à la valorisation matière des déchets plastiques, en développant une approche originale de surcyclage, baptisée ThermoPRIME®. Les travaux menés en interne depuis 2011 s'appuient sur une solide connaissance des matières plastiques, de la formulation et des procédés de transformation associés.

## Quelles originalités / avancées scientifiques ou technologiques ?

Partant de l'exploitation d'un gisement bon marché, cette technologie permet de produire, à un prix compétitif, un semi-produit à haute valeur ajoutée susceptible d'être mis en œuvre par les technologies émergentes en plasturgie (QSP®, hybridation injection/intégration d'organosheet, etc.). Ce dernier est lui-même recyclable, au travers d'un second procédé baptisé Thermosaïc®.



@DR

## Notre offre de partenariat avec les entreprises

Le Cetim Grand Est, membre de l'institut Carnot MICA, est à la recherche de partenaires intéressés par le transfert des technologies ThermoPRIME® et Thermosaïc® à l'échelle industrielle, et d'applications susceptibles d'être développées à partir des semi-produits issus de ces procédés.



# Biodégradabilité des plastiques

## & emballages en compostage et en méthanisation



[Retour sommaire](#)

APESA - Pôle Valorisation (Association pour l'Environnement et la Sécurité en Aquitaine) - [Pau site web](#)

Contact : [Camille LAGNET](#) - [Florian MONLAU](#)

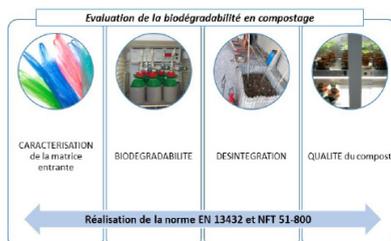
### Utilité et utilisateurs

Le pôle Valorisation de l'Apesa travaille depuis plusieurs années sur la thématique de la biodégradabilité des plastiques dans divers milieux (compostage domestique, industriel, sols...) Nos offres sont destinées aux industriels de la plasturgie, de l'agroalimentaire, aux collectivités...

### Quelles originalités / avancées scientifiques ou technologiques ?

Si des normes existent pour évaluer la biodégradabilité en compostage industriel (EN 13432) et domestique (NFT 51-800), il n'existe pas de label pour la méthanisation. L'Apesa participe à des programmes R&D autour de la biodégradabilité en méthanisation :

- Bioplast : <https://www.bioplast-poctefa.eu/fr/>
- thèse en collaboration avec l'Université de Pau et des Pays de l'Adour (EEM).



© DR

### Notre offre de partenariat avec les entreprises

L'Apesa propose à ses clients des tests pour évaluer la biodégradabilité en compostage domestique et industriel. Ce protocole est basé sur les normes EN 13432 (compostage industriel) et NFT 51-800 (compostage domestique). L'Apesa accompagne ses clients vers l'accréditation Ok Compost, Ok Compost Home.



# Dépolymérisation contrôlée

## des plastiques à base cellulosique (ou des celluloses papetières)



[Retour sommaire](#)

LGP2 – Laboratoire de Génie des Procédés Papetiers (UMR Cnrs, Grenoble Inp, Agefpi) – équipes Biochip et Matbio - Grenoble - [site web](#)

Contact : [Gérard MORTHA](#)

### Utilité et utilisateurs

Fabricants de bioplastiques, entreprises de recyclage des bioplastiques/papiers, bioraffineries.

### Quelles originalités / avancées scientifiques ou technologiques ?

Les études papetières se sont longtemps focalisées sur la préservation du degré de polymérisation de la cellulose du papier lors de sa fabrication, enjeu essentiel de la bonne tenue mécanique de celui-ci. A l'inverse, les procédés de bioraffinerie s'intéressent à la dépolymérisation contrôlée de la cellulose en vue de faire des plastiques bio-sourcés issus du bois.

Le LGP2 travaille sur ce domaine précis depuis une dizaine d'années, ce qui lui a permis d'affiner les conditions réactionnelles pour dépolymériser chimiquement la cellulose et ses dérivés en molécules à la base des plastiques bio-sourcés. Les agents dépolymérisants mis en œuvre sont à très bas coût et déjà employés industriellement à large échelle.

Ils peuvent également jouer un rôle de décontaminants ainsi que d'agents de désencrage et blanchiment. Enfin, le procédé peut être aussi adapté pour une destruction totale des plastiques cellulosiques ou pour leur dépolymérisation contrôlée en vue de les revaloriser.

### Notre offre de partenariat avec les entreprises

Co-développement dans différents cadres ; contrats longs (ingénieur recherche, post-doc, thèse CIFRE) ou courts (actions ponctuelles), stage étudiant.



© DR



# Challenge tests

## pour évaluation de décontamination chimique



[Retour sommaire](#)

CTCPA – Centre Technique Agroalimentaire - équipe Emballage - site de Bourg en Bresse  
[site web](#)

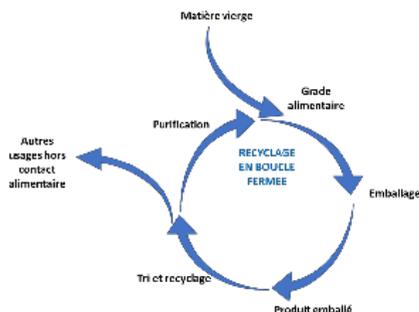
Contact : [Philippe SAILLARD](#)

### Utilité et utilisateurs

Évaluation de la performance de décontamination chimique d'un procédé de recyclage en boucle fermée (grades alimentaires).

### Quelles originalités / avancées scientifiques ou technologiques ?

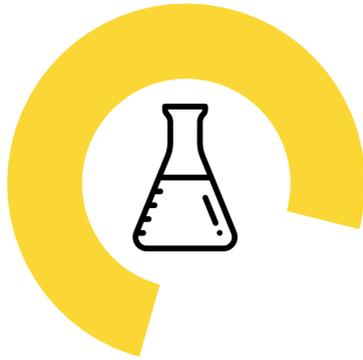
Le challenge test consiste à réaliser une contamination artificielle d'un matériau témoin qui va être soumis au processus de décontamination à évaluer. Le choix des polluants modèles (les « surrogates ») est une étape clef, bien définie pour le recyclage du PET par thermodésorption, mais nettement plus problématique pour le recyclage d'autres matériaux tels que les polyoléfines.



© Patrice Dole CTCPA

### Notre offre de partenariat avec les entreprises

Outre la réalisation technique du test, le CTCPA accompagne l'ensemble du processus de validation d'un procédé de recyclage, du choix des surrogates à la restriction des futurs usages en contact alimentaire, en fonction des performances de décontamination obtenues. La prestation du CTCPA peut se restreindre à la réalisation des essais ou bien accompagner le recycleur jusqu'au montage d'un dossier auprès de l'EFSA.



# Nouvelles Formulations



# Nouveaux emballages

## à hautes propriétés barrière aux gaz



[Retour sommaire](#)

Laboratoire PIMM (UMR Arts et Métiers OarisTech/Cnrs/Cnam), équipe Polymères et Composites - Paris [site web](#)

Contact : [Alain GUINAULT](#)

### Utilité et utilisateurs

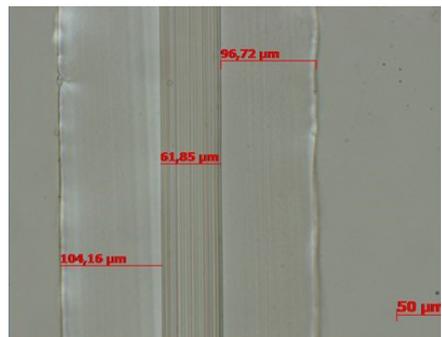
L'emballage alimentaire entre dans une phase de mutation profonde et il est nécessaire de proposer aux transformateurs des films et feuilles à hautes propriétés barrière recyclables ou/et biodégradables.

### Quelles originalités / avancées scientifiques ou technologiques ?

Les emballages barrière généralement multicouches rendent le recyclage difficile voire impossible. Ainsi le laboratoire PIMM avec ses partenaires du Réseau Mixte Technologique ProPack Food travaille au développement de nouvelles technologies permettant d'améliorer les propriétés barrière aux gaz des polymères pétrosourcés et biosourcés avec des approches quasi-monocouche ou/et monomatériau. Pour cela, des technologies d'extrusion multಿನanocouche et des revêtements barrière performants sont optimisés.

### Notre offre de partenariat avec les entreprises

Le PIMM développe ces nouvelles technologies en interne ou en collaboration avec des partenaires académiques ou des centres de transfert (LNE, CTCPA, IPC) et les partage avec les partenaires industriels au travers de contrat directs ou de projets collaboratifs type ANR, ex FUI, PSPC, ou européens type H2020 ou BBI.



© DR



# Des matières alternatives pour vos plastiques et caoutchoucs



[Retour sommaire](#)

Laboratoire de Recherches et de Contrôle du Caoutchouc et des Plastiques - Vitry sur Seine  
[site web](#)

Contact : [Alexia NEIGE](#)

## Utilité et utilisateurs

Les industriels ont conscience de la nécessité de diversifier les sources d'approvisionnement : biomatériaux et recyclage.

## Quelles originalités / avancées scientifiques ou technologiques ?

Le LRCCP apporte :

- ◆ un accompagnement dans les voies biosourcée et recyclée :
  - au moyen d'un large choix de matières premières (huiles végétales, coco, tournesol, soja, ricin...) pouvant remplacer différents constituants des formulations traditionnelles et fournir des alternatives aux plastifiants.
  - par la création de produits techniques de nouvelle génération issus de plastiques et caoutchouc en fin de vie (rerbroyés, poudrettes, dévulcanisés) : pièces de calage antivibratoire, mousses nouvelles pour le transport de produits fragiles ou dangereux...
- ◆ un appui global au développement des TPE dans le secteur de l'emballage réutilisable.

## Notre offre de partenariat avec les entreprises

- formuler à partir de matières biosourcées et recyclées,
- tester et caractériser toute formulation nouvelle génération,
- analyser les nouvelles formules par rapport à la réglementation REACH,
- développer des solutions de traçabilité (Tag RFID) dans les plastiques et caoutchoucs.



© DR



# Polymères reprocessables



[Retour sommaire](#)

Montpellier - [site web](#)

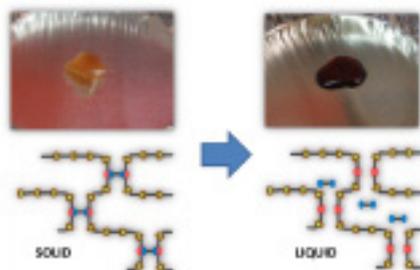
Contact : [Sylvain CAILLOL](#)

## Utilité et utilisateurs

Entreprises du plastique ou de l'emballage réalisant la synthèse de polymères, d'additifs, de matériaux et de composites ou formulateurs de revêtements, liants, adhésifs et peintures, désireuses de proposer des produits à durée de vie contrôlée, autoréparants ou démontables.

## Quelles originalités / avancées scientifiques ou technologiques ?

Notre équipe possède une expertise reconnue dans la chimie de synthèse permettant d'élaborer des polymères possédant des liaisons réversibles conduisant à des réactions déclenchées à la demande et influençant la fin de vie des matériaux. Nous élaborons ainsi des polymères variés (époxyde, polyuréthanes, poly-hydroxyuréthanes ...) self-healing/autoréparants ; déréiculables/dépolymérisables pour un démontage facilité ; voire vitrimères pour un re-processing des réseaux thermodurcissables.



© Sylvain CAILLOL

## Notre offre de partenariat avec les entreprises

Collaboration de recherche (contractuelle ou collaborative), expertise, prestations ...



# Substitution de produits dangereux



[Retour sommaire](#)

Montpellier - [site web](#)

Contact : [Sylvain CAILLOL](#)

## Utilité et utilisateurs

Entreprises du plastique ou de l'emballage réalisant la synthèse de polymères, d'additifs, de matériaux et de composites ou formulateurs de revêtements, liants, adhésifs, encres et peintures, désireux de réduire leur impact environnemental, ou de substituer des substances toxiques.

## Quelles originalités / avancées scientifiques ou technologiques ?

Notre équipe possède une expertise reconnue dans la chimie de synthèse permettant d'élaborer de nouveaux réactifs moléculaires ou oligomères moins dangereux pour remplacer des substances toxiques dans les liants, revêtements et matériaux. Nous avons en effet déjà proposé des voies de substitution pour le phénol, le bisphénol A, le formaldéhyde, des isocyanates, des phthalates... pour élaborer des résines époxy, des phénoliques, des polyuréthanes sans isocyanates...

## Notre offre de partenariat avec les entreprises

Collaboration de recherche (contractuelle ou collaborative), expertise, prestations...





# « Time-Dependant Properties »

## prédire le comportement des matériaux



[Retour sommaire](#)

Groupe de Physique des Matériaux (UMR Univ. Rouen/Insa/Cnrs) - équipe EIRCAP (Recherche et Caractérisation des Amorphes et des Polymères) - Saint Etienne de Rouvray (76)

[site web](#)

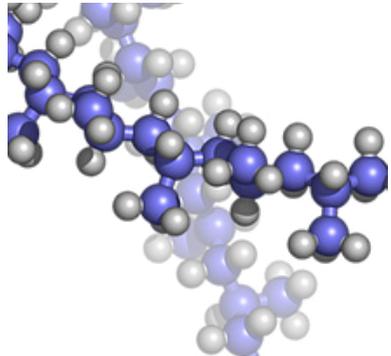
Contact : [Laurent DELBREILH](#)

### Utilité et utilisateurs

Face aux exigences de fiabilité, de performances, de sécurité et de développement durable, les recherches en matériaux se concentrent notamment sur un phénomène complexe à décrire, le « vieillissement physique ». Les dégradations sont modélisées pour prédire le comportement du matériau et l'évolution de ses propriétés au cours du temps en environnement donné.

### Quelles originalités / avancées scientifiques ou technologiques ?

Le parc instrumental de l'EIRCAP rend possible l'accès à un grand nombre de propriétés thermiques, diélectriques, mécaniques et optiques. Des méthodes empiriques prédictives et de vieillissement accéléré peuvent alors être mises en place notamment pour les polymères TP-TD, les biopolymères PLA-PHAs, les fibres naturelles Lin-Chanvre-Bambou et les matériaux fibreux de nature synthétique.



© GMP - EIRCAP

### Notre offre de partenariat avec les entreprises

Collaborations type : recherche, mise en œuvre et caractérisation de matériaux biosourcés pour remplacement de pièces en plastique pétrosourcé ; évaluation des performances de polymères pour les secteurs de l'emballage, l'automobile, l'habillement, etc.



# Amélioration des performances des polymères



[Retour sommaire](#)

PBS - Polymères Biopolymères Surfaces (UMR Univ. Rouen/Cnrs) - Rouen  
[site web](#)

Contact : [Géraldine GOUHIER](#)

## Utilité et utilisateurs

Nous apportons nos savoir-faire dans la modification chimique et/ou physique des polymères pour accéder à de nouvelles propriétés (allègement, renforcement, stabilité...)

## Quelles originalités / avancées scientifiques ou technologiques ?

Grâce à la compréhension des interactions physico-chimiques, de nouveaux matériaux hydrides sont développés. Les études de rhéologie, de transformabilité et de caractérisation mécanique permettent la mise au point de formulations innovantes et performantes.



© DR

## Notre offre de partenariat avec les entreprises

Les matériaux polymères sont utilisables dans de multiples applications en raison de leur facilité de mise en œuvre et du caractère adaptable de leurs propriétés. Le Carnot I2C formule des matériaux innovants en associant des phases inorganiques (charges, fibres, nanoparticules) ou des additifs fonctionnels à la matrice polymère.



# Membranes

## à perméation de gaz contrôlée



[Retour sommaire](#)

PBS - Polymères Biopolymères Surfaces (UMR Univ. Rouen/Cnrs) - Rouen

[site web](#)

Contact : [Géraldine GOUHIER](#)

### Utilité et utilisateurs

L'amélioration des propriétés barrière aux gaz de polymères est utile, par exemple, dans le domaine des emballages pour l'agroalimentaire pour contrôler les atmosphères, les entrants et les sortants.

### Quelles originalités / avancées scientifiques ou technologiques ?

Ces nouvelles membranes permettent de contrôler la perméabilité à l'eau, aux gaz (N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, mélange) ou aux solvants tout en préservant les propriétés mécaniques et de biocompatibilité. D'autres applications industrielles dans le domaine automobile pour des optiques de phare de voiture auto-nettoyant en polycarbonate transparent ou en biotechnologie pour optimiser les performances des propriétés barrière à l'air et à l'eau d'une enveloppe de prothèse cardiaque en polyuréthane ont été développées.



© DR

### Notre offre de partenariat avec les entreprises

Le Carnot I2C possède une expertise reconnue dans l'étude des propriétés barrière des matériaux polymères sous forme de films ou de membranes appliqués aux domaines de l'emballage, de l'automobile, du bâtiment, dans les procédés de séparation (perméation gazeuse), dans les revêtements protecteurs, pour l'énergie et le biomédical.



# Do not Waste your Waste!

## Nouvelles formulations & composites biosourcés



[Retour sommaire](#)

IJL - Institut Jean Lamour (UMR Université Lorraine/Cnrs) - équipe Physique, Mécanique et Plasticité des polymères et composites - Nancy - [site web](#)

Contact : [Marc PONÇOT](#) - [Isabelle ROYAUD](#)

### Utilité et utilisateurs

La transition écologique s'accélère et le recyclage des plastiques est primordial. De nouveaux indicateurs d'efficacité matière tels que l'intégration des recyclats sont en cours d'élaboration<sup>1,2</sup>. Afin d'aider les industriels à s'adapter, l'Institut Jean Lamour les accompagne pour leur permettre de mieux revaloriser leurs déchets, réduire la consommation en matière première et mettre au point de nouveaux standards matières biosourcées.

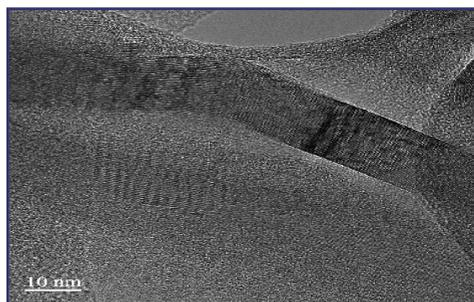
### Quelles originalités / avancées scientifiques ou technologiques ?

L'Institut Jean Lamour est reconnu pour ses moyens de caractérisation in situ et la mise en relation des propriétés thermomécaniques et microstructures des mélanges polymères recyclés ou biosourcés. Des systèmes de contrôle qualité des recyclats sont développés en ligne afin d'éliminer les polluants (ppm) et d'adapter les paramètres procédés.

### Notre offre de partenariat avec les entreprises

Mise à disposition de ses moyens et compétences pour la caractérisation des formulations de mélanges incorporant les recyclats et le développement de solutions biosourcées.

Objectifs : propriétés d'usage optimales, respect de la réglementation<sup>3</sup>.



© Institut Jean Lamour

1. En plus de celles déjà existantes : EN 15 342 à 345 sur la traçabilité et la qualité des recyclats PP, PS, PE.
2. [www.ecologique-solaire.gouv.fr/feuille-route-economie-circulaire-frec](http://www.ecologique-solaire.gouv.fr/feuille-route-economie-circulaire-frec)
3. [www.eucertplast.eu](http://www.eucertplast.eu)



# Composites à matrice vitrimère pour l'emballage



[Retour sommaire](#)

LEMTA - Laboratoire d'énergétique et de mécanique théorique et appliquée (UMR Univ. Lorraine/Cnrs) - [site web](#)

LRGP – Laboratoire Réactions et génie des procédés (UMR Univ. Lorraine/Cnrs) - Nancy - [site web](#)

Contact : [Stéphane ANDRE](#) - [Laurent FARGE](#) - [Sandrine Hoppe](#)

## Utilité et utilisateurs

Le LEMTA mobilise auprès des industriels ses compétences pour caractériser les propriétés mécaniques et rhéophysiques des vitrimères. Le LRGP dispose des équipements pour la transformation et la mise en forme des plastiques.

## Quelles originalités / avancées scientifiques ou technologiques ?

Les vitrimères constituent une nouvelle classe de matériaux polymères qui ont pu être synthétisés pour la première fois en 2011 à l'ESPCI par le professeur Leibler et ses collaborateurs. Ces matériaux sont obtenus au moyen d'une chimie destinée à « introduire » au sein d'un polymère existant des liaisons covalentes de réticulation qui ont la propriété d'être « échangeables ». Aux températures élevées, les liaisons échangeables de réticulations sont susceptibles de migrer au sein du matériau.

Le matériau devient alors malléable et présente des caractéristiques rhéologiques analogues à celles d'un verre fondu. Cela facilite la mise en forme de ces matériaux et garantit leur recyclabilité.



©CNRS/ESPCI/Cyril Fréssillon

## Notre offre de partenariat avec les entreprises

La collaboration avec le milieu industriel s'effectue à travers des programmes de R&D, de la formation ainsi que du transfert de technologie.



# Formulation

## mise en œuvre et contrôle des pièces plastiques



[Retour sommaire](#)

Plastinnov - Saint Avold (57) - [site web](#)

Contact : [Frédéric FRADET](#)

### Utilité et utilisateurs

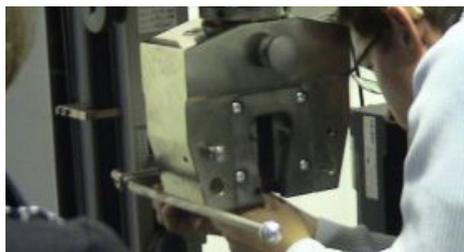
4 plateaux techniques au service des PME :

- formulation des polymères, synthèses des charges, compounding
- écoconception, simulation numérique
- techniques de mise en œuvre des polymères
- contrôle et analyse

Des moyens matériels et humains mutualisés afin de répondre aux besoins des laboratoires, des industriels et des établissements de formation.

### Quelles originalités / avancées scientifiques ou technologiques ?

Nous formons les formateurs et les apprenants aux technologies que nous développons, permettant aux PME de bénéficier d'un vivier formé en fonction de leurs besoins et aux établissements de renforcer leurs compétences. 3 exemples : réduction des consommations, formulation de matières plastiques recyclées, écoconception d'un produit réutilisant les déchets de production locaux.



© DR

### Notre offre de partenariat avec les entreprises

Nous proposons aux industriels des programmes de R&D, d'étude, de formation et de transfert de technologie.

Ils bénéficient à la fois d'un suivi technique de nos permanents et des compétences de laboratoires, d'entreprises et d'établissements de formation sur des TRL 3 à 9.



# Emballages alimentaires



[Retour sommaire](#)

PAM – Procédés alimentaires et microbiologiques (UMR Univ. Bourgogne/AgroSup Dijon) – équipe PCAV (Physico-Chimie de l'Aliment et du Vin) + plateforme DIVVA (Développement Innovation Vigne Vin Aliments) - Dijon - [site web](#)

Contact : [Thomas KARBOWIAK](#)

## Utilité et utilisateurs

Le laboratoire dispose des expertises pour mener des projets de recherche appliquée, autour notamment du développement et la caractérisation de matériaux biosourcés, biodégradables, recyclés, de la calorisation de ressources naturelles (liège, bois, PLA, lignine, chitosan), du développement d'enrobages alimentaires ou pharmaceutiques (pectine, HPMC), et d'emballages actifs/intelligents, de l'étude du vieillissement de matériaux, ou encore de l'étude de la durée de vie d'aliments emballés.

## Quelles originalités / avancées scientifiques ou technologiques ?

Quelques exemples d'analyses menées par le laboratoire : rhéologie, traction-compression, calorimétrie, tensiométrie, perméabilité, sorption, granulométrie, ou encore stabilité (suivi de vieillissement).



© DR

## Notre offre de partenariat avec les entreprises

En menant votre projet de R&D avec la plateforme DiVVA, vous bénéficiez de l'expertise scientifique des enseignants chercheurs, d'un parc analytique de haute technicité, d'un accompagnement sur mesure tout au long de votre projet, et d'une éligibilité au Crédit d'Impôt Recherche doublé. L'offre de partenariat va de la prestation d'analyse au projet de collaboration (jusqu'à la thèse).





120 avenue du Général Leclerc  
75014 Paris – France  
T. +33(0)1 44 06 09 00  
F. +33(0)1 44 06 09 09  
M. [entreprise@instituts-carnot.eu](mailto:entreprise@instituts-carnot.eu)  
[www.instituts-carnot.eu](http://www.instituts-carnot.eu)

