

Editorial : Chimie et Eco-Conception

La chimie : une science si omniprésente dans notre vie de tous les jours et les objets qui nous entourent qu'on ne s'en rend même plus compte ! Mais les images négatives qu'évoquent, par exemple, les pesticides dans l'environnement, sont souvent plus fortes que les bienfaits qu'elle procure par exemple en pharmacie, dans le traitement des eaux ou dans la plasturgie. Un colloque est organisé par l'Union des Industries Chimiques à destination des publics scolaires et étudiants avec un titre évocateur : « **chimie et bien-être** », afin de faire la part des choses, et peut-être, de susciter des vocations pour la nouvelle « chimie verte » !

A ce sujet, le **Pôle international de compétitivité Chimie et Environnement** labellisé en juillet affirme son « *ambition de devenir un pôle industriel et scientifique leader en Europe d'ici 2010, une vitrine pour la chimie du futur qui intègre la préoccupation environnementale dès la conception des procédés et des produits* ».

p1	: Editorial
p2-6	: Brèves matériaux
p7	: Rendez-Vous d'Affaires Industrie-Recherche
p8-9	: Laboratoire : LMGP
p10-11	: Infos Réglementaires : Emissions COV
p12	: Congrès : AAAF
p13	: Congrès : Sintering 05
p14	: Projets Collectifs : Recycomp et Recycarb
p15-26	: Dossier Technique : Les Polymères Biodégradables
p27	: Vigimat
p28	: Agenda

Les trois premiers projets lancés, traitements de l'eau, éco conception des matériaux et bio ressources, attestent de cette volonté.

Pour illustrer l'approche éco-conceptuelle de produits issus de la chimie, le dossier technique du présent numéro aborde le thème des **matériaux biodégradables** qui font couler beaucoup d'encre notamment à propos des « sacs de caisse » ; une conclusion principale en émerge à mon sens, l'importance primordiale du périmètre exact d'une **Analyse de cycle de vie**.

A propos de cycle de vie, je voudrais saluer le **départ à la retraite d'Yves BERTAUD**, après cinq années passées à l'Agence et quarante chez Pechiney: ses qualités de dévouement, de disponibilité ajoutées aux connaissances scientifiques et techniques fruits d'une longue expérience ont été déterminantes pour l'Agence, en externe en termes d'image et de services rendus, mais aussi en interne en termes de compagnonnage et d'accompagnement des chargés de mission. Nous lui souhaitons tous une retraite longue et heureuse !

Jean-Claude PREVOT
Directeur Général

Brèves Matériaux

Assembler le bois par soudage !

Le prix Schweighofer de l'innovation technologique a été remis le 13 juin 2005 à une équipe de recherche franco-suisse pour leurs travaux sur le soudage du bois. Il s'agit d'un procédé de friction qui permet d'assembler des pièces de bois entre elles sans utiliser de colle. Il permettrait de limiter l'emploi des colles vinyliques ou acryliques contenant des produits toxiques et/ou volatils qui sont sources de pollution.

Le procédé consiste à frotter les pièces de bois l'une sur l'autre en appliquant une pression. Pour cela, on utilise une machine de soudage par friction, employée habituellement pour souder les polymères thermoplastiques, notamment dans l'industrie automobile. Aux températures élevées, obtenues par la friction (> 180°C), la lignine et l'hémicellulose qui constituent la paroi des fibres de bois changent d'état et de comportement. Les fibres s'enchevêtrent et se soudent les unes aux autres sous l'effet de la pression, formant un joint à la surface de contact entre les pièces. Les chercheurs ont montré que de nouveaux composés carbonés, tels que le furfural, apparaissent et solidifient le réseau formé. La résistance mécanique de ces joints, obtenue en quelques secondes, est équivalente à celle d'une colle après 24 heures de collage.



Cube composé de couches alternées de hêtre (foncée) et d'épicéa (claire) soudées par friction. La ligne noire entre les deux couches correspond à la zone de soudure.

Ce procédé peut être appliqué pour souder 2 pièces planes, d'une même essence de bois ou d'essences différentes, pour la réalisation de meubles et menuiseries intérieures, la seule restriction du procédé étant qu'il n'est pas adapté aux milieux humides. On pourra ainsi passer du « lamellé collé » au « lamellé soudé », pour les parquets par exemple. Une autre application concerne l'assemblage du bois par chevilles. En faisant tourner la cheville dans le bois à l'aide d'une simple perceuse, on obtient une fixation de la cheville 20 fois plus solide que celle des chevilles traditionnelles des menuisiers.

Cette mise en œuvre est à la portée de tout bricoleur et de nombre de PME puisque l'on peut utiliser des outils standard.

Pôles de compétitivité : Rhône-Alpes se taille la part du Lyon !

Rappelons quelques statistiques : 105 projets déposés, 67 retenus par le CIADT¹ dont 15 sont d'envergure internationale et 52 d'envergure plus modeste. Au final, sur 19 projets déposés, la région Rhône-Alpes obtient 3 des 15 projets mondiaux et 8 des 52 projets régionaux.

Le champ d'action de l'ARAMM est potentiellement concerné par 9 de ces 11 projets. D'ores et déjà les actions en cours nous positionnent auprès d'**AXELERA** (Chimie-Environnement), de **Lyon Urban trucks & bus 2015**, notamment par un rapprochement des idées, des projets et des protagonistes avec le cluster « Automotive », de **Viameca** (réseau de plateformes technologiques Ingrid), du **Pôle Plasturgie** et d'**Arve Industries** ; des rapprochements seront opérés avec les autres pôles utilisateurs de matériaux que sont **EnRRDIS** (énergies renouvelables) et **Sports et Loisirs**.

Plusieurs enjeux se font jour pour les prochaines étapes :

- Au niveau des projets : nombre des projets présentés dans le cadre de l'appel à projets sont encore en cours de montage
- Au niveau de la cohérence avec d'autres initiatives telles que les clusters régionaux, qu'ils soient « marchés » ou « recherche ».

Le rôle des acteurs proches des entreprises que sont les agences ou les chambres consulaires devient essentiel dans cette phase qui impliquera nécessairement des arbitrages et/ou des rapprochements entre financements régionaux et nationaux

¹ CIADT : Comité Interministériel d'Aménagement du Territoire

La « matériauèque » de la plasturgie

Valise sensorielle Sensotact développée par Renault



Soumise à des impératifs de qualité, de réduction des coûts et des délais, et soucieuse de préserver l'emploi et le savoir-faire acquis, la plasturgie fait de l'innovation le facteur clé de sa compétitivité. La matériauèque, située dans les nouveaux bâtiments de la Maison des Entreprises à Oyonnax, constitue un nouveau pas dans cette quête de l'innovation.

Les prescripteurs, les designers, les bureaux d'études, les professionnels des différents corps de métiers, tout comme les écoles et le grand public disposent désormais d'un espace au sein duquel ils vont pouvoir, grâce à des échantillons mis à

leur disposition, toucher et tester un large choix de matières afin d'avoir une idée de la rigidité, la souplesse, la résistance ou non aux rayures, aux chocs, la transparence ou l'opacité, l'odeur, et même le bruit.

Des bases de données permettent d'affiner la recherche afin d'obtenir des informations complémentaires comme par exemple la stabilité thermique, le comportement à la coloration, au vieillissement, ou bien encore la tenue au feu. Un autre espace permet de se familiariser avec les 23 technologies de transformation des matériaux polymères. Enfin une exposition thématique propose de découvrir des applications et des produits nouveaux.

On note que cette initiative se situe dans une dynamique à l'échelle européenne : une initiative similaire était inaugurée en mars 2005 en Italie et une autre devrait voir le jour en Allemagne. Ces trois matériauèques ayant pour objectif de travailler en réseau et en complémentarité.

Contact : Plasturgie Rhône-Alpes : Tel : 04 74 12 19 09

Source : Plastilien's N°16.

Compositec a sa Newsletter

Le premier numéro de la Newsletter de Compositec est disponible depuis fin septembre 2005. Celle-ci contient notamment un agenda des différentes formations sur les matériaux composites proposées aux industriels par Compositec, ainsi que des informations sur les manifestations et l'actualité dans le domaine composites. Cette lettre, dont la parution sera trimestrielle, peut être consultée sur le site Internet : www.compositec.com.

Compositec est un centre de ressources dans les matériaux composites. Il propose aux industriels des prestations techniques de R&D et une gamme de formations continues, standard ou sur mesure, de l'initiation au perfectionnement (connaissances générales, procédés de fabrication, caractérisation, physique des polymères, etc).

Contact : Christophe SCHIMEL. Tel : 04 79 26 42 42

De nouveaux vitrages qui contrôlent les flux de chaleur

L'Institut National des Sciences et Technologies Avancées au Japon s'est associé à l'entreprise Nippon Sheet Glass pour développer une vitre qui contrôle automatiquement le flux de chaleur solaire. Le prototype est un verre avec des couches de matériaux thermochromiques (dioxyde de vanadium, tungstène, molybdène) dont les propriétés optiques changent de façon réversible avec la température. Cette température peut être ajustée entre la température ambiante et 68 °C en fonction du dosage des métaux. Destiné aux bâtiments, ce verre permet de réduire les pertes de chaleur l'hiver et de limiter la hausse de la température en été. La commercialisation de ce vitrage est prévue d'ici trois ans. Ce système a la particularité de s'adapter de façon automatique à la saison, mais il serait intéressant d'en comparer l'efficacité avec d'autres systèmes d'isolation plus simples, comme le double vitrage.

Le titane dans la construction

Serge Salat, architecte, urbaniste et directeur de projets pour le CSTB¹, travaille depuis plusieurs années sur l'utilisation du titane dans la conception des bâtiments. Pour lui, cela ne fait aucun doute : tout comme l'aluminium au siècle passé, le titane marquera le XXI^e siècle de son empreinte. Celui-ci passe d'un marché confidentiel, limité aux secteurs militaire, biomédical et aéronautique, à des applications grand public, notamment dans le bâtiment.

Son prix de revient à la fabrication avoisine actuellement 30 US\$ le kilo. Un coût qui pourrait diminuer fortement dans les prochaines années, grâce à la récente mise au point d'un nouveau procédé d'électrolyse directe. Les propriétés du titane - et de ses alliages - en font un matériau de premier ordre dans le domaine de la construction. De par sa densité, il se situe entre l'aluminium et l'acier et son immunité face la corrosion est parfaite. Il ne brûle pas et garde ses propriétés structurelles intactes jusqu'à 600 °C, bien au-delà de l'acier (400 °C) et du carbone (150 °C). Autre avantage non négligeable : les ressources en titane sont immenses puisqu'il s'agit du quatrième métal présent sur terre (il est cependant très dispersé).

La légèreté et la résistance de ce matériau seront notamment exploitées dans le futur aéroport d'Abu Dhabi. Huit cents tonnes de titane formeront l'immense coque de la toiture avec ses 350 m de long et ses 60 m de portée, le tout renforcé par des poutres triangulaires très fines (30 cm à la base, 60 cm de hauteur et 1 cm d'épaisseur). Un défi impossible à relever avec l'acier ou le béton : le toit aurait alors respectivement pesé 5 400 t pour l'un... et 22 000 t pour l'autre.

Source : webzine CSTB

Pour plus d'info : http://webzine.cstb.fr/webzine/preview.asp?main=45&id_une=265

¹ CSTB : Centre Scientifique et Technique du Bâtiment

Saint-Gobain lance un verre « blanc » anti-UV



La conservation de boissons telles que la bière, les jus de fruits ou encore le champagne, nécessite une protection contre les rayonnements ultraviolets, ce qui est en général réalisé par l'utilisation de verres colorés. Saint-gobain vient de lancer un nouveau verre qui permet la préservation du contenu des récipients tout en laissant apparaître la boisson sous sa couleur naturelle.

La nouvelle formulation développée produit un verre anti-UV pratiquement « blanc » avec une légère nuance verte qui, selon Saint-Gobain, est le plus clair du marché. Ce verre arrête les UV dont les longueurs d'onde sont inférieures à 360 nanomètres et en laisse passer une fraction mineure entre 360 et 400 nanomètres.

Source : Saint-Gobain

La formulation mise au point au centre de recherche d'Aubervilliers utilise un agent anti-UV classique accompagné d'adjuvants minéraux permettant de corriger la teinte induite.

Cette composition fait déjà ses preuves depuis le début de l'année sur des bouteilles de bière allemande. Toute une gamme de teintes relativement pales est disponible avec un niveau de protection aux UV variant légèrement selon les couleurs. Ce nouveau verre pourrait intéresser également les secteurs des vins blancs, du champagne, des jus de fruits ou des huiles



Lasers et matériaux minces

Cette année, les journées du Club Laser et Procédés (CLP) se sont tenues les 8, 9 et 10 juin 2005 à l'Ecole des Mines de Paris.

Les principaux thèmes abordés étaient :

- Les applications laser aux tôles minces (soudage, découpage, coloration des surfaces...),
- Les lasers pour les micro-applications (micro-perçage, micro-usinage, texturation de surface...)

On retiendra tout particulièrement **les avancées dans le soudage hybride** permettant des assemblages avec des jeux plus importants entre les pièces (de 0.2 mm avec un laser YAG à 1.2 mm avec un hybride YAG / TIG). Les soudages hybrides laser + TIG, MIG ou MAG sont actuellement en cours d'industrialisation. Des têtes hybrides sont d'hors et déjà commercialisées.

Grâce à une étude menée par l'Ecole Centrale de Lyon, le Pôle Laser Creusot Bourgogne et la société TECHNIFOR, il est aujourd'hui possible **de colorer par laser la surface d'un métal** (acier, inox, titane) sans altérer la matière. Ce changement de teinte surfacique ne s'altère que si la surface est dégradée. Les applications visées touchent le médical (implants, instruments chirurgicaux) et l'industrie (roulement à billes...).

De nombreux travaux sont également menés dans les domaines **du micro-perçage et du micro-usinage**. Par exemple, il est aujourd'hui possible d'usiner des couches métalliques de 20 µm ainsi que des fentes de 70µm de largeur et de 20 µm de profondeur, à une vitesse de 400 mm/s par laser YAG pompé par diode (données de la société TRUMPF), à destination de la structuration de surface, de la fabrication de circuits imprimés, ...

Enfin, on peut mentionner les travaux du laboratoire LP3 sur l'ablation sélective de films minces et l'usinage par laser femtoseconde de cellules photovoltaïques en CuInSe₂ (moins coûteux que le silicium) sans modification du rendement photovoltaïque.

Monsieur PORTRAT, président du CLP, lance un appel aux industriels français pour donner un nouveau souffle au club pour atteindre l'importance et le dynamisme de certains groupements professionnels européens, comme en Allemagne.

La visite de l'usine d'Argenteuil de Dassault Aviation a clôturé cette manifestation.

Les actes de ces journées seront prochainement disponibles à l'Agence pour consultation.

Pour plus d'informations : www.laserap-clp.com

Contact : Marie LEFEBVRE, ARAMM, Tél : 04 79 25 36 01, marie.lefebvre@agmat.asso.fr

Energies renouvelables et construction HQE : du côté des laboratoires

Inauguration d'un nouveau laboratoire

La maîtrise de l'énergie dans les bâtiments de demain constitue un enjeu majeur. Pour cette raison, EDF R&D et le Centre thermique de Lyon (CETHIL UMR 5008 CNRS/INSA/UCBL) associent leurs efforts de recherche et créent un **laboratoire commun sur les bâtiments à haute efficacité énergétique**, afin de développer des actions innovantes dans le domaine des économies d'énergie et de la réduction des émissions de gaz à effet de serre tant pour ce qui concerne les constructions neuves que pour la rénovation des bâtiments.

Contact : Dany Escudié, directrice du CETHIL

Les 3 plateformes de l'Institut National de l'Energie Solaire (INES):

- **INES-Education** : formations en énergie solaire et mise en place d'un centre de ressources en matière d'énergie solaire pour le bâtiment.
- **INES-RDI, recherche, développement et innovation industrielle**, portée principalement par un consortium entre le CEA, le CNRS et le CSTB.
- **INES-Démonstration** : mise en oeuvre des technologies solaires innovantes dans des bâtiments tests visitables et utilisables par les 2 autres plateformes.

Contact : <http://www.institut-solaire.com/>

Stocker de l'information dans des matériaux moléculaires par voie optique

Des chercheurs du CNRS ont démontré la possibilité d'écrire et d'effacer des informations dans un matériau moléculaire en utilisant la lumière d'un laser à température ambiante. Jusqu'à présent, cette opération n'avait été réalisée qu'à basse température. Cette découverte permet d'envisager le développement de mémoires d'ordinateur moléculaires à commande optique, à la fois rapides et fiables. L'une des molécules étudiées dans le cadre de ces recherches pourrait servir de support à une électronique à trois bits.

Aujourd'hui, l'électronique moléculaire apparaît comme l'électronique du futur. Par rapport aux circuits intégrés sur silicium, les molécules présentent l'avantage d'être plus petites. Alors que les composants actuels mesurent au moins 70 nanomètres, l'utilisation des matériaux moléculaires permettra de descendre jusqu'à 30 nanomètres, voire plus bas, et de mettre un plus grand nombre de composants par unité de surface afin de gagner en rapidité ou en densité de stockage par exemple. En outre, l'électronique moléculaire utilise de faibles courants, ce qui autorisera un gain énergétique par rapport à la consommation électrique des circuits intégrés sur silicium.

Pour plus d'information : www2.cnrs.fr/presse/communiqu/695.htm

De nouvelles capacités de frittage en Rhône-Alpes

Un four de frittage sur Inoprod (CETIM de Saint-Etienne)

La plateforme Inoprod est équipée d'un four de frittage complétant parfaitement la presse de compactage de poudre et permet au CETIM de livrer à ses clients des préséries de pièces finies.

Grâce à sa haute température de fonctionnement (1600°C) et les différentes atmosphères disponibles, cet équipement permet de fripper des matériaux tels que les aciers, les métaux réfractaires, les carbures de tungstène, les céramiques, etc.

Equippé d'une turbine de refroidissement rapide, il permet de tremper les pièces depuis la température de frittage et de simuler les profils thermiques des fours industriels à passage. Ce four batch possède un volume utile de diamètre 200 mm x 200 mm.

Contact : Ludovic LAZZAROTTO - ludovic.lazzarotto@cetim.fr

Une nouvelle machine de frittage laser au PEP (Oyonnax)....

Le PEP vient de faire l'acquisition d'une nouvelle machine de frittage/fusion laser de marque EOS M270 pour poudres métalliques (type acier Z38CDV5, Inconel, Titane ainsi que les poudres EOS acier et bronze). Les applications seront en particulier orientées vers la fabrication directe de moules.

Contact : Bruno LE RAZER - lerazer@poleplasturgie.com

....et à l'ENISE

La machine Phenix PM 100 de frittage laser récemment acquise permettra d'utiliser une large gamme de poudres métalliques ou céramiques (alumine, zircone) pour des essais de fabrication de pièces bonne matière, multifonctionnelles multimatériaux et l'étude des interactions laser-matière. Les marchés concernés sont notamment le biomédical, l'aéronautique, la mécanique.

Contact : Philippe BERTRAND - bertrand@enise.fr



*Turbine CrCo
Source : ENISE*

Les Rendez-Vous d'Affaires Industrie-Recherche

Une des missions principales de l'Agence est de favoriser le rapprochement entre industriels et chercheurs, afin de permettre le transfert de technologie et ainsi contribuer au développement technique et économique de la région. Nous pensons que ce type de démarche est d'autant plus performant pour les deux parties, qu'il donne la possibilité à **1 industriel**, qui soulève un problème technique ou qui a un projet de développement donné, de rencontrer **1 scientifique** qui possède tout ou partie de la solution... Par conséquent, nous proposons **des rendez-vous individuels**, véritables moments d'échanges techniques, permettant éventuellement d'initier un partenariat ou un projet spécifique, **dans le respect de la confidentialité**.

La formule que nous proposons est simple :

Nous sollicitons en début d'année l'ensemble des entités scientifiques et techniques recensées dans notre Base de données "laboratoires", afin de collecter des sujets à diffuser à nos contacts industriels. Ces derniers nous font part des thèmes qui retiennent leur attention et nous organisons un rendez-vous entre les deux parties concernées.

Actuellement, ce sont **plus d'une centaine de thèmes** qui sont disponibles... parmi lesquels on compte :

- 29 sujets «**matériaux**» (métaux, céramiques, polymères, composites à matrice organique, matériaux et énergie, matériaux du BTP et du Génie Civil, les verres...)
- 30 thèmes relevant des «**procédés**» (usinage, assemblage, métallurgie des poudres, traitements thermiques, traitements de surface, modélisation...)
- 38 items dans le domaine «**caractérisation - analyses - expertises**» (phénomènes d'usure, mécanismes de la rupture, vibrations des matériaux, analyse in-situ par ablation laser, contrôle non destructif par ultrasons, corrosion haute température...)
- 8 axes «**environnement - recyclage - valorisation**» (pollution particulaire, formulation de composites recyclables, analyse du cycle de vie des matériaux...).

La liste complète et le bulletin d'inscription sont téléchargeables sur notre site :
www.agmat.asso.fr/test3/indus_rech/index.htm

■ **Si vous travaillez dans un laboratoire ou un centre technique** et si vous souhaitez présenter un axe de recherche nouveau ou développé exclusivement en région, un projet sur lequel vous cherchez des partenariats ou un équipement particulier, **rejoignez les laboratoires qui ont d'ores et déjà transmis des axes de rencontres potentiels** ! L'objectif est de focaliser principalement sur **les thèmes nouveaux ou spécifiques** à votre entité... afin d'offrir aux industriels des compétences qu'ils ne pourront pas trouver ailleurs.

Vous avez des sujets à nous transmettre ? Contactez-nous... nous compléterons notre liste de thèmes et la rendrons disponible sans tarder sur notre site Internet.

Ce type de manifestation ne correspond pas tout à fait à votre manière de fonctionner mais vous cherchez comment rencontrer des industriels ? Appelez-nous... nous sommes prêts à adapter cette formule à votre laboratoire, afin de valoriser au mieux vos axes de recherche.

■ **Si vous êtes à la recherche d'une solution pour un de vos projets industriels**, contactez un des chargés de mission de l'Agence afin d'identifier le laboratoire ou le centre technique à même de répondre à votre demande. Nous vous accompagnerons lors de votre visite dans le laboratoire sélectionné.

Vous n'avez pas le temps en ce moment mais des thèmes ont retenu votre attention ? Renvoyez-nous tout de même le bulletin d'inscription ci-joint, en priorisant les sujets... ce type d'action étant valable tout au long de l'année, à la carte, nous chercherons pour vous un créneau disponible pour rencontrer les chercheurs

L'Agence est à votre disposition pour vous permettre de vous rencontrer...et ainsi de faire avancer vos projets scientifiques et industriels. Alors profitez-en !

Laboratoire : LMGP



Laboratoire des Matériaux et du Génie Physique

Le Laboratoire des Matériaux et du Génie Physique (LMGP) est un laboratoire de l'Institut National Polytechnique de Grenoble (INP Grenoble), associé au CNRS sous forme d'Unité Mixte de Recherche (UMR 5628).

L'activité de recherche du laboratoire s'appuie sur des compétences et un savoir-faire qui s'exercent dans deux grands domaines :

- la synthèse de matériaux
- l'analyse de leurs propriétés physiques.

La synthèse et la mise en forme font appel à différentes techniques d'élaboration qui sont regroupées en fonction de la forme des matériaux synthétisés : monocristaux, poudres ou couches minces.

Pour l'étude des propriétés des matériaux, le laboratoire dispose d'un grand nombre de techniques de caractérisation et du savoir-faire nécessaire. Les propriétés – optiques, magnétiques, électriques – sont étudiées en corrélation avec la structure et la microstructure du matériau.

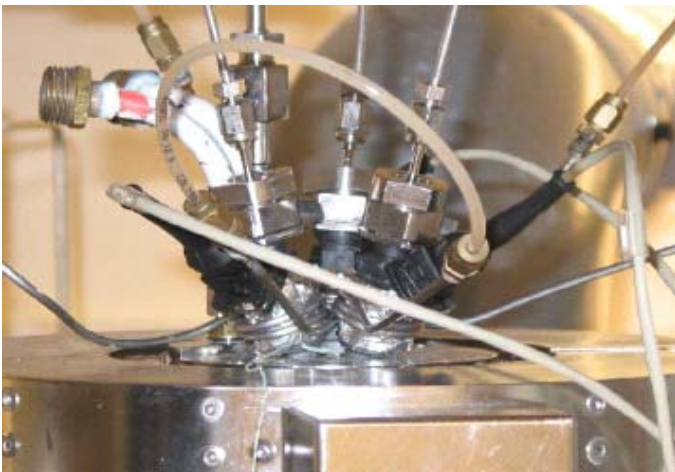
Parmi les thèmes de recherche du laboratoire, on peut citer :

- Les couches minces et superréseaux d'oxydes fonctionnels
- Les oxydes ferroélectriques et diélectriques
- La fabrication de nanostructures magnétiques
- Les nouvelles approches sol-gel
- La céramisation d'alliages d'aluminium

Dans le domaine de l'élaboration de couches minces, le laboratoire possède une solide expérience dans la technologie MOCVD (Metalorganic Chemical Vapour Deposition), qui a été adaptée à différentes applications. Un prototype industriel a notamment été développé pour la réalisation de dépôt sur un substrat défilant pour les câbles superconducteurs haute température. Le laboratoire a également développé une technologie d'injection MOCVD.

L'injection MOCVD

Le procédé CVD (Chemical Vapor Deposition) est utilisé pour déposer un grand nombre de matériaux contenant des éléments de la colonne de droite du tableau périodique (B, C, N, O, Al, Si, P, Ge...) sous forme de couches minces. Il consiste à mettre en contact un ou plusieurs composés volatils du matériau à déposer soit avec la surface à recouvrir, soit avec un autre gaz au voisinage de cette surface, de façon à provoquer, directement sur le substrat, **une réaction chimique** donnant au moins un produit solide défini et stable (par exemples : SiC, BN, TiB₂). (pour plus d'information sur ces procédés, voir le dossier de la Lettre N°7)



Système d'injection de précurseurs liquides

Les précurseurs utilisés en CVD doivent être gazeux ou posséder une haute tension de vapeur.

De nouveaux développements en microélectronique nécessitent l'utilisation d'autres matériaux dont les constituants ne sont pas disponibles sous la forme de composés gazeux., c'est le cas des composés organométalliques, utilisés comme précurseurs en MOCVD.

L'élaboration de couches minces avec ces nouveaux matériaux a donc nécessité le développement d'une technique innovante d'évaporation au LMGP.

Celle-ci est basée sur l'injection des précurseurs organométalliques sous forme liquide. L'utilisation d'une micro-vanne à commande électronique permet d'introduire des quantités très précisément contrôlées d'une solution composée de précurseurs organométalliques et d'un solvant dans la zone de réaction. Des microgouttelettes sont injectées séquentiellement dans un évaporateur où le solvant et les précurseurs sont vaporisés. Un flux gazeux transporte ensuite les précurseurs dans la zone de réaction où la croissance CVD a lieu sur un substrat chauffé.

Cette technologie permet d'injecter dans la zone chaude uniquement la quantité de précurseurs nécessaire au dépôt. Le reste de la solution est stocké dans un container à température ambiante, ce qui évite la décomposition thermique des précurseurs.

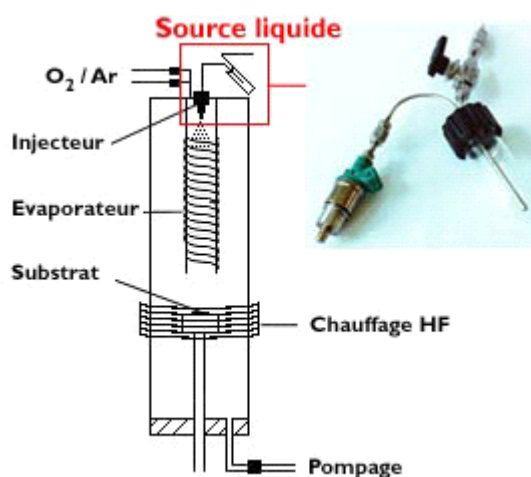


Schéma de principe d'un réacteur CVD à injection

Ce système permet également d'obtenir des dépôts très reproductibles. Ce procédé, breveté par le LMGP en 1993, est actuellement exploité industriellement, notamment par l'entreprise Aixtron.

Laboratoire des Matériaux et du Génie Physique
 ENSPG, 961 rue de la Houille Blanche
 Domaine Universitaire, B.P. 46
 38402 SAINT-MARTIN-D'HÈRES CEDEX, FRANCE
 Tél. + 33 (0)4 76 82 63 12 - Fax + 33 (0)4 76 82 63 94
 Site : www.inpg.fr/LMGP - Mél : dir-LMGP@inpg.fr

Rendez-vous d'affaires industriels / chercheurs

L'Agence peut vous organiser un rendez-vous personnalisé avec le LMGP dans le cadre des rendez-vous d'affaires industriels / chercheurs sur le thème suivant :

Matériaux et caractérisation dans le vivant :

- > **Description :**
 - Mesure de l'adhérence entre des cellules vivantes et des matériaux
 - Cinétique de détachement sous flux hydrodynamique
 - Cellules eucaryotes ou procaryotes
- > **Applications :**
 - Traitement des surfaces diminuant ou favorisant l'adhérence cellulaire
 - Nettoyabilité des surfaces vis à vis de contaminants cellulaires

Contact : Marie KERMARREC : marie.kermarrec@agmat.asso.fr

SEREZ-VOUS EN CONFORMITE AVEC LA REGLEMENTATION SUR LES EMISSIONS DE COV A LA DATE DU 30 OCTOBRE 2005 ?

Suite au protocole de Göteborg signé en 1999 et à la Directive Européenne du 11-03-99, la France s'est engagée à réduire ses émissions de COV.

Cet engagement touche tous les secteurs industriels qui émettent des COV.

Le secteur de la transformation des composites est concerné car le styrène et les solvants de nettoyage constituent des sources d'émissions de COV.

Pour être en conformité avec la réglementation, il y a 2 possibilités :

- soit respecter les valeurs limites d'émissions (VLE) de COV, pour les émissions canalisées et diffuses.
- soit mettre en place un SME (Schéma de Maîtrise des Emissions).

Le SME est une alternative au respect des valeurs limites d'émissions canalisées et diffuses. Il consiste à respecter un objectif annuel et global pour le total des rejets de COV. Il permet des dépassements ponctuels des VLE et une planification des actions à mettre en œuvre. Il est donc par définition plus souple et potentiellement moins coûteux.

Un guide SME a été rédigé par les organisations professionnelles (GPIC / Fédération de la Plasturgie / Fédération des Industries Nautiques). Il expose la réglementation, aide à la mise en place du SME et donne des conseils pour réduire les émissions (utilisation de résines à faible teneur et à faible émission en styrène, amélioration des techniques, ventilation des ateliers, ...)

La date limite approche :

vous devez être conforme à la réglementation sur les COV le 30 octobre 2005 !

Vous trouvez, à la page suivante, une présentation synthétique des 2 options qui devrait vous aider à prendre une décision.

N'hésitez pas à demander le guide SME ou toute information complémentaire à :
Jean-Pierre de Lary, Délégué Général de la Division « Composites » : contact@gpic.fr



Division « COMPOSITES » de la Fédération de la Plasturgie

Animée par le GPIC - 65 rue de Prony - 75854 Paris cedex 17

Tél. : 33 (0) 1 44 01 16 40 - Fax : 33 (0) 1 42 67 77 19

Méll : contact@gpic.fr - Site : www.gpic.fr



COMMENT ETRE EN CONFORMITE AVEC LA REGLEMENTATION SUR LES EMISSIONS DE COV ?

Voir si vous êtes (ou si vous pouvez être) en conformité sur la réglementation suivante :

		VLE c (Valeur limite des émissions canalisées)	VLE d (valeur limite des émissions diffuses, en % de la quantité de solvants utilisés)	Date d'application
Rejet total de COV à l'exclusion du méthane lorsque le flux horaire > 2kg / h	Entreprises soumises à DECLARATION avant le 14/01/00	110 mg C/m3	30%	11/02/2003
	Entreprises soumises à AUTORISATION avant le 01/01/2001	110 mg C/m3	(fixée par arrêté préfectoral)	30/10/2005

(Pour les installations déclarées ou autorisées après ces dates, la réglementation est applicable dès la mise en service)

- > Si **OUI** pas de problème.
- > Si **NON** voir les améliorations possibles pour être en conformité (résines à faible émission, amélioration du captage et de la ventilation, mise en place d'un traitement des rejets canalisés) chiffrer.
- > Si coût acceptable réaliser les améliorations (ou mettre en place un SME)
- > Si coût trop élevé **mettre en place un SME** (Schéma de Maîtrise des Emissions) et respecter les % de réduction suivants (% négociés par la profession avec le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable).

APPLICATION DE L'OPTION SME

	% de réduction des émissions totales par rapport à l'année où aucune mesure n'a été prise pour réduire les émissions (année 2000 par défaut)	Date d'application
Installations autorisées ou déclarées avant le 01/01/01	20%	30/10/2005
	35%	01/01/2007

Des mesures d'aide à la décision et d'accompagnement existent.
N'hésitez pas à contacter Jean-Pierre de LARY pour en bénéficier : contact@gpic.fr

Congrès : “Association Aéronautique et Astronautique de France”



Groupe régional
Rhône-Alpes



Rhône-Alpes : recherche et innovation pour l'aéronautique et l'espace.

Le 7 juillet dernier s'est tenue la deuxième journée du groupe régional Rhône-Alpes de l'AAAF (Association Aéronautique et Astronautique de France).

Regroupant près de 80 participants, la manifestation a débuté par une présentation du **FALCON 7X**. Monsieur STOUFFLET de Dassault Aviation a mis en avant les principales innovations de **ce nouvel avion d'affaires** : commande de vol électrique, aérodynamisme, acoustique, amélioration de l'interface homme-machine dans le cockpit, qui ont nécessité un partenariat de près de 27 sociétés dès la conception de l'appareil.

Le matin, les auditeurs ont pu prendre connaissance des recherches menées par les laboratoires des grandes écoles et universités régionales (l'INSA de Lyon, l'INPG de Grenoble, l'Ecole Centrale de Lyon, l'Ecole des Mines de Saint Etienne, l'Université Claude Bernard de Lyon, l'Université Joseph Fourier de Grenoble) et les grands centres de recherche (l'ONERA, le CNRS et le CEA de Grenoble) sur les thèmes suivants :

- **aérodynamique, acoustique, combustion, propulsion,**
- **mécanique, matériaux,**
- **système,**

déclinés sur des applications aéronautique et spatiale.

L'après-midi fut consacrée à des témoignages d'industriels sur leurs démarches et leurs approches de l'innovation. Globalement, comme l'a précisé Monsieur DENAT, d'Intertechnique, il y a trois grandes sources d'innovation :

- **les contraintes techniques nouvelles, un nouveau raisonnement par fonctions,**
- **la réduction des coûts,**
- **l'allègement.**

Par contre, l'innovation peut être freinée par des contraintes telles que la maturité d'un nouveau système, la fiabilité/sécurité, le délai de mise en service lié aux certifications ou encore la concurrence forte, notamment américaine.

Après la présentation de **la démarche régionale de cluster** (l'Aerospace Cluster in Rhône-Alpes, cf. lettre de l'Agence n°14), la journée s'est clôturée par une table ronde sur l'avenir des relations entreprises – recherche en Rhône-Alpes.

D'après Monsieur Roger FOUGÈRES, Vice-Président enseignement et recherche au Conseil Régional, les clusters de recherche peuvent améliorer ces relations, leur vocation étant de produire des connaissances fondamentales nouvelles en rapport avec les besoins socio-économiques.

Un industriel a cependant déploré le manque d'investigation des laboratoires vers les entreprises, la démarche étant souvent l'inverse.

Le groupe régional Rhône-Alpes de l'AAAF, dirigé par Denis JEANDEL, se donne comme objectif de mettre en place prochainement des actions pour répondre à ces besoins, en collaboration avec l'Aerospace Cluster in Rhône-Alpes.

Les actes de ces journées sont consultables à l'Agence.

Pour plus de renseignements :

Marie LEFEBVRE, ARAMM, Tél : 04 79 25 36 01,

mél : marie.lefebvre@agmat.asso.fr



Congrès : “Sintering 05”



Les équipes de chercheurs de l'INPG (GMP2 et LPTCM) associées à celle de l'École des Mines de Saint Etienne (département CES) ont organisé à Grenoble un congrès scientifique sur le frittage, baptisé SINTERING 05, du 29 août au 1^{er} septembre dernier. Cette rencontre a rassemblé plus de 170 personnes venues du monde entier pour faire le point sur l'état de la recherche dans ce domaine. Une des journées, dédiée plus particulièrement aux procédés, avait pour objectif de mettre en avant les savoir-faire et les moyens des industriels et centres techniques de la région impliqués dans le domaine. Pour ce faire, il était organisé, pour la première fois dans ce type de congrès, une mini-exposition avec des stands industriels, ainsi qu'une table ronde sur le thème des intérêts industriels dans les nouveaux procédés de frittage.

Cette quatrième conférence mondiale sur le frittage a permis de prendre connaissance des derniers développements dans le domaine. Parmi les thèmes abordés, on citera **la modélisation**. La **modélisation des phénomènes du frittage** s'appuie sur deux visions : la première est basée sur une approche continue liée aux méthodes par éléments finis, alors que la seconde consiste en une approche discrète liée à la dynamique des particules. On associe aussi à ces modèles des considérations micro et macroscopiques pour expliquer les phénomènes de friction, de distorsion et d'inhomogénéité de densité et de température. **Le développement de nouvelles méthodes** de mesure et d'observation, comme la micro tomographie, sera à l'origine des futurs outils disponibles aux chercheurs pour affiner la simulation et la modélisation du frittage.

En ce qui concerne les **procédés de frittage**, plusieurs orateurs ont présenté leurs travaux réalisés sur de nouvelles techniques de chauffage, comme les micro-ondes et le SPS (Spark Plasma Sintering). Contrairement au chauffage par radiation infrarouge, l'avantage de ces techniques réside dans la rapidité de chauffage d'où un gain en temps et en énergie important. Le cycle de frittage passe de cette manière de plusieurs heures à quelques minutes, ce qui évite le grossissement des grains, préservant ainsi les propriétés nanométriques des nouveaux matériaux fabriqués à partir de nanopoudres notamment.

Le chauffage micro-onde est bien connu dans le domaine alimentaire et dans l'industrie pour des températures inférieures à 400 °C. Son utilisation pour le frittage des poudres céramiques et composites est très récente et semble prometteuse. Le Professeur Agrawal (Pennsylvania State University) a largement vanté les vertus de ce procédé en s'appuyant sur les résultats accumulés depuis plusieurs années sur le frittage de divers types de matériaux (céramiques, composites et alliages métalliques). Il demeure, cependant, des problèmes liés au contrôle et à la mesure de température ainsi qu'à l'homogénéité du chauffage au sein même de l'enceinte. Ce point a été particulièrement évoqué dans l'exposé de S. Vaucher, de l'Institut Suisse des Matériaux et Technologies, qui a étudié les mesures de température et de variation du champ électromagnétique dans l'enceinte du four micro-onde. K. Roediger, de la société Kennametal, a, pour sa part, présenté une étude sur **l'optimisation d'un four micro-onde** pour le frittage de WC-Co. La comparaison avec des produits obtenus par frittage conventionnel montre des résultats comparables et encourageant pour le frittage micro-onde.

En ce qui concerne le procédé SPS, les poudres (métaux, céramiques, polymères et composites) sont introduites dans une enceinte en graphite. Le chauffage est provoqué par le passage d'un courant électrique (continu ou alternatif), sous basse tension, via des électrodes, à travers l'enceinte et éventuellement la poudre. L'intensité du courant qui peut atteindre 10 000 A, va provoquer le chauffage de l'enceinte qui agit elle-même comme source de chaleur pour la poudre à fritter. Les grandes vitesses de chauffe (> 600 °C/h) permettent d'atteindre en quelques minutes des températures de 1 000 à 2 500 °C. On applique généralement, en parallèle à ce fort courant, une pression uniaxiale pouvant atteindre 200 MPa. Il est possible de consolider des polymères et des composites à des températures de 150 à 200 °C. Les travaux, présentés dans le cadre de Sintering 2005, confirment les avantages de ce procédé pour la fabrication de pièces unitaires. Cette technique est pour l'instant, en Europe, au stade laboratoire, les résultats obtenus avec les matériaux céramiques et les alliages métalliques promettent toutefois un développement avenir important, plus particulièrement pour le frittage des nanopoudres. Il faut noter que le frittage SPS est très développé en Asie, en particulier au Japon, où on compte des centaines de machines dont une bonne partie travaillent déjà dans l'industrie.

Les actes de ces journées peuvent être consultés à l'Agence.

Pour en savoir plus, <http://www.emse.fr/sintering05/>

Projets Collectifs

Clôture du projet RECYCOMP 2 et lancement du projet RECYCARB

Le projet Recycomp sur la valorisation des déchets en matériaux composites thermodurcissables s'est achevé par des journées techniques qui ont rassemblé plus de 100 participants, industriels et chercheurs, les 28 et 29 juin à Chambéry.

La solution de valorisation pour les matériaux composites thermodurs qui semble la plus aboutie et disponible à court terme est **la co-combustion en cimenterie**. Le procédé cimentaire permet de valoriser à la fois le contenu énergétique du composite et la partie minérale qui se trouve incorporée dans le ciment en sortie du four (apport de carbonate de calcium, de silice et d'alumine). Plusieurs essais de combustion avec différents types de déchets composites ont été réalisés. Il en ressort **une valorisation en tant que matière minérale secondaire estimée à plus de 35% et une économie d'environ 30 TEP¹/100T de matériaux**. La combustion en four de cimenterie demande une préparation préalable des déchets, qui a été réalisée par Scori, avec un contrôle fin de la granulométrie qui est un paramètre important pour le bon déroulement des opérations d'introduction dans le four et de combustion. Cette solution est actuellement disponible pour les acteurs de la filière composites et nécessite d'être alimentée en déchets afin qu'elle puisse prendre de l'ampleur.

Une solution de valorisation matière a également été développée par **Plastic Omnium** qui a mis au point **un nouveau matériau à base de polypropylène recyclé et de broyats de déchets composites** produits par MCR pour la fabrication de pièces automobiles, en mélange avec de la matière vierge. Une production en série de «faces avant techniques» devrait être lancée début 2006 avec cette nouvelle matière.

Au niveau européen, divers travaux sont également réalisés sur ce sujet. L'entreprise danoise **Refiber** a construit **un four de thermolyse** prototype permettant de récupérer les fibres de verre à partir de pales d'éolienne en fin de vie. Ces fibres de verre recyclées trouvent notamment des applications dans la fabrication de panneaux d'isolation.

L'Université de Hambourg conduit des travaux de recherche sur le recyclage des fibres de carbone contenues dans les composites à partir d'un procédé de thermolyse. Ces fibres, finement broyées, peuvent être utilisées dans une matrice polymère mise en oeuvre par injection ou extrusion.

M. Raats de **Kema** a, par ailleurs, présenté les dernières avancées du projet européen React, portant sur **l'optimisation de l'opération de broyage**. Un premier prototype de broyeur a été défini dans l'objectif d'améliorer le broyage spécifique des déchets composites d'un point de vue technique et économique et de l'adapter aux différentes applications secondaires envisagées pour ces matériaux.

L'Université de Nottingham, quant à elle, a développé un autre procédé thermique utilisant un lit fluidisé en présence d'oxygène. Ce procédé permet également de récupérer des fibres de verre ou de carbone à partir de déchets composites. La présence d'oxygène ne semble pas altérer de façon notable la surface des fibres de carbone.

Compositec a, par ailleurs, annoncé le lancement **d'un nouveau projet, nommé Recycarb**, en partenariat avec **l'ARAMM**, qui sera entièrement consacré au recyclage des composites renforcés par des fibres de carbone. L'objectif, à terme, est de contribuer au développement d'une filière de valorisation permettant de **récupérer les fibres de carbone** pour un ré-emploi dans de nouvelles applications. La première phase du projet devrait permettre de définir le gisement de déchets de la filière au niveau européen et de faire un état de l'art des solutions de valorisation existantes ou en développement. Cette première phase, d'une durée d'un an, bénéficie du soutien de plusieurs industriels de la filière et de l'ADEME.

Une synthèse regroupant les résultats du projet Recycomp 2 sera mis prochainement à la disposition des industriels intéressés.

Les actes des conférences sont disponibles auprès de Compositec au prix de 15 euros ou sur le site de l'ARAMM pour ses adhérents.

Contact : Christelle GALLET : 04 79 26 42 42. Mél : christelle.gallet@compositec.com.

¹ TEP : tonne équivalent pétrole

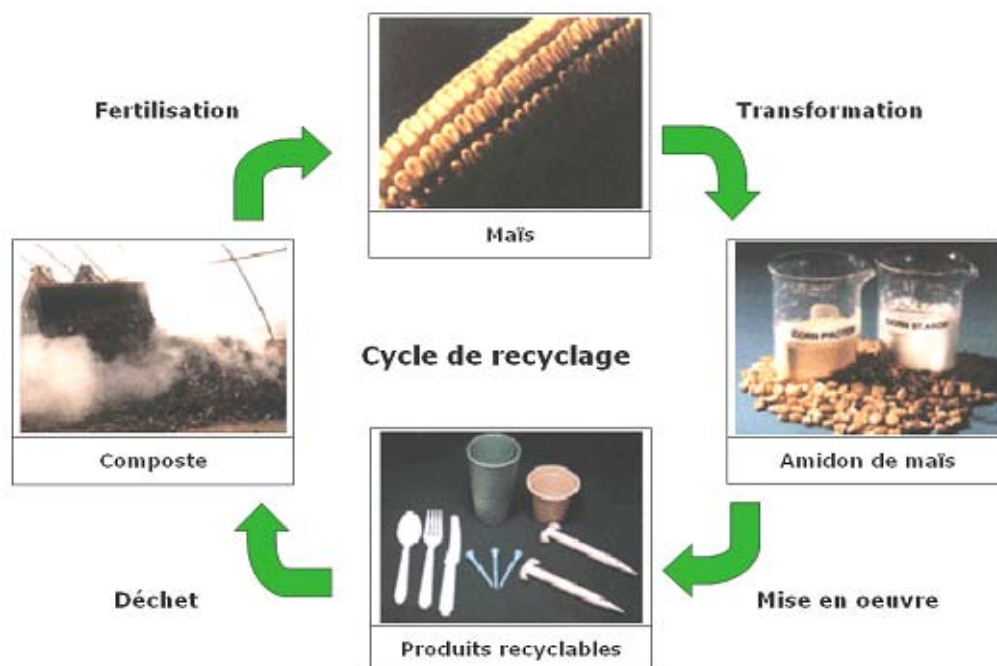
Un éclairage sur les polymères biodégradables

Bien que l'utilisation par l'homme de produits naturels issus de la biomasse soit très ancienne, aujourd'hui, la société industrielle utilise, pour des raisons techniques et économiques, les matières fossiles. Les matériaux polymères sont utilisés dans de nombreux domaines de la vie courante et dans les secteurs de pointe tels que l'aéronautique, le biomédical ou l'optoélectronique. Leur marché relativement jeune d'un point de vue industriel continue de se renforcer avec une croissance moyenne annuelle (sur 25 ans) de plus de 7% et une production mondiale de 200 millions de tonnes. D'après les analyses, cette production ne va cesser de croître.

Du fait de leur généralisation et de leur haute stabilité chimique, physique et biologique, il convient de s'interroger sur le devenir de ces matériaux après utilisation. Une quantité non négligeable de produits en fin de vie contenant des plastiques est revalorisée par incinération avec récupération d'énergie ou par un recyclage matière. L'autre partie est enfouie en décharge avec des restrictions et une saturation grandissantes. La négligence des utilisateurs finaux, les difficultés de collecte et la vétusté de certaines décharges amènent également de plus en plus de plastiques à être abandonnés dans le milieu naturel. Mis en cause, certains industriels proposent désormais des polymères biodégradables permettant de minimiser l'impact environnemental des produits en fin de vie.

Quelques définitions

Les termes **biodégradable**, **photo fragmentable**, **compostable**, **thermo dégradable**... sont souvent employés abusivement et induisent le profane en erreur. Dans le dictionnaire, la **biodégradabilité** est définie comme l'aptitude d'une matière, d'un produit à être décomposé par des organismes vivants, en particulier par des bactéries. Diverses autres définitions peuvent être données qui varient selon le matériau ou l'environnement de dégradation (eau, terre, décharge...). D'une manière générale, la définition suivante semble faire l'unanimité : « un matériau est dit biodégradable s'il est dégradé par des micro-organismes (bactéries, champignons), le résultat de cette dégradation étant la formation d'eau, de CO₂ et/ou de méthane et, éventuellement, de sous-produits (résidus, nouvelle biomasse) non toxiques pour l'environnement ». Certains auteurs ont introduit la notion de « plastique biodégradable environnementalement acceptable » qui correspond à une biodégradation partielle du matériau, les résidus ou sous-produits étant non toxiques pour l'homme et l'environnement. Les termes **de photo-fragmentation**, **désintégration**, **bio-fragmentation** ou **thermo-dégradation** définissent les **types de mécanismes** mis en œuvre lors du processus de dégradation et ne permettent pas d'indiquer si le matériau est totalement biodégradable.



Les termes **biodégradable** et **compostable** sont souvent associés bien que leur définition soit différente. Le compostage est une opération qui consiste à faire fermenter, dans des conditions contrôlées, des déchets organiques en présence d'oxygène et d'eau. Deux phénomènes se succèdent durant le processus : tout d'abord une fermentation aérobie intense sous l'action de bactéries à une température comprise entre 50 et 70 °C, puis une fermentation aérobie moins soutenue qui se passe à une température plus basse (35-45 °C).

Un matériau est dit compostable s'il se fragmente et se dégrade dans un certain délai, lors d'un cycle de compostage avec un taux conforme à la norme (en général 90 %). Un matériau biodégradable (tel qu'une bûche de bois par exemple) ne sera pas considéré comme compostable si sa dégradation nécessite une durée plus longue que celle d'un cycle de compostage. De même, un matériau compostable ne sera pas forcément dégradé dans un milieu naturel en dehors du compost.

Polymères biodégradables : normes et labels

Au niveau réglementaire, la principale norme qui fait référence actuellement pour les matériaux polymères est la norme harmonisée européenne NF EN 13432 relative à l'une des exigences de la Directive 94/62/CE « emballages et déchets d'emballage » sur la valorisation par compostage et la biodégradation. Elle fixe les critères pour qu'un matériau soit déclaré apte au compostage et impose un taux de biodégradation d'au moins 90 % lors du compostage des déchets

La norme NF EN 13432

La norme NF EN 13432 « caractérisation des emballages valorisables par compostage et biodégradation » fixe les caractéristiques qu'un matériau doit présenter pour être défini comme compostable. Elle se base sur les critères suivants :

- La **biodégradabilité** : elle est mesurée par la conversion métabolique du matériau en dioxyde de carbone. Cette propriété est mesurée en utilisant la méthode standardisée EN 14046. Le taux de décomposition à atteindre est de 90 % en moins de 6 mois.
- La **désintégration** : Il s'agit de la fragmentation du matériau et de son absence d'identification visuelle dans le compost final. Elle est mesurée par la méthode de compostage EN 14045. Le matériau doit être désagrégé en présence de déchets organiques en moins de trois mois. Après cette durée, le compost est tamisé avec un tamis de 2 mm. Les résidus du matériau possédant une taille supérieure à 2 mm sont considérés comme non-désintégrés. Cette fraction doit représenter moins de 10 % de la masse initiale.
- **Un faible taux de métaux lourds et l'absence d'effets négatifs sur la qualité du compost.** Un test de croissance de plantes est réalisé, selon la méthode OECD test 208, avec un échantillon de compost. D'autres paramètres physico-chimiques du compost ne doivent pas être modifiés (par rapport à un compost ne contenant pas de polymères) : salinité, % d'azote, de phosphore, de magnésium et de potassium.

La norme NF EN 13432 a servi de base pour l'élaboration de la norme NFU 52-001 « matériaux biodégradables pour l'agriculture et l'horticulture », qui a pris effet le 20 février 2005. Cette norme spécifie les exigences permettant de caractériser les produits de paillage en matériaux biodégradables. Elle fixe les méthodes d'essai permettant d'évaluer ces exigences et définit la classification des produits de paillage en fonction de leur durée de vie sur le sol. D'autres projets européens de normes sur la biodégradabilité sont en préparation. Le plus avancé est le projet intitulé « évaluation de la biodégradabilité aérobie ultime et de la désintégration des matériaux plastiques dans des conditions contrôlées de compostage - méthode par analyse du dioxyde de carbone libéré ».

Il existe, par ailleurs, **des labels spécifiques aux matériaux biodégradables** qui garantissent leurs propriétés de biodégradabilité ou de compostabilité. Ces labels, ou marques de conformité, sont tous basés sur des normes existantes ou sur des méthodes de mesures reconnues. Il existe des accords mutuels de reconnaissance entre les organismes certificateurs de façon à éviter la multiplicité des labels et réduire les coûts.

Organismes certificateurs	Normes de référence
US Composting Council Biodegradable Products Institute (USA)	ASTM 6400
IBAW (Allemagne)	EN 13432
LNE (France)	EN 13432
DIN CERTCO (Allemagne)	DIN V 54900
AIB Vinçotte (Belgique)	EN 13432

A titre d'exemple, l'attribution du logo « Compostable » du Biodegradable Products Institute repose notamment sur les critères suivants :



- Le matériau doit se dégrader à un rythme comparable à celui des rebuts verts, restes alimentaires et autres matières compostables ;
- Le matériau doit se désintégrer d'une manière telle qu'il ne reste aucun gros fragment de plastique à tamiser ;
- Le matériau doit se désintégrer et se biodégrader de façon sécuritaire, afin que le compost résultant permette la croissance des plantes.

L'entreprise AIB Vinçotte délivre, quant à elle, deux labels dans le domaine des matériaux biodégradables :

- « OK Compost » qui garantit que le matériau peut être composté dans une installation industrielle ou dans un compost privé ;
- « OK Biodegradable » qui garantit que le matériau est biodégradable dans un environnement naturel spécifique (sol, eau douce, eau de mer, etc.).



Il faut cependant rester vigilant sur certains labels à caractère environnemental, qui ne sont pas destinés à garantir la biodégradabilité du produit sur lequel ils sont apposés. Par exemple, la présence du label « NF Environnement » sur un sac plastique ne signifie pas que ce dernier est biodégradable. Ce label permet de garantir la qualité d'usage du produit et la limitation de ses impacts sur l'environnement tout au long de son cycle de vie. Cela peut se traduire notamment par l'absence de substances dangereuses, une épaisseur du sac limitée ou l'utilisation d'encres et pigments spécifiques.

Le COBIO : une association pour la biodégradabilité

Le Comité Français pour la Biodégradabilité a pour objectif de centraliser l'information sur la biodégradabilité à destination des industriels, des chercheurs, des décideurs publics et des utilisateurs, et de structurer la recherche dans ce domaine. Le COBIO intervient au niveau européen et participe notamment aux Comités de Normalisation Européens. Il publie un bulletin trimestriel de liaison et organise des manifestations et des formations.

COBIO
 ENSIACET - LCA
 118 Route de Narbonne - 31077 TOULOUSE cedex 04
 Tél. : 05 62 88 57 44 - Fax : 05 62 88 57 30
 Mél : françoise.silvestre@ensiacet.fr

Comment se dégrade un polymère biodégradable ?

Le processus de biodégradation des polymères est un phénomène complexe toujours à l'étude aujourd'hui. On peut, cependant, définir deux étapes :

La première correspond à la **fragmentation du déchet**. Celle-ci est réalisée soit par une action mécanique comme le broyage, soit par une action chimique (hydrolyse, oxydation), soit par une irradiation UV (photo-fragmentation), ou encore par un phénomène thermique (thermo-dégradation). Des micro-organismes ou des êtres vivants peuvent également jouer ce rôle, on parle alors de bio-fragmentation. Le matériau ainsi fragmenté est rendu plus accessible aux micro-organismes grâce à l'augmentation de sa surface spécifique.

La seconde étape est la biodégradation proprement dite du matériau. Les micro-organismes vont ici le transformer en métabolites qui seront assimilés dans leurs cellules. Le résultat final étant la minéralisation qui correspond à la production de CO₂, d'eau et/ou de CH₄.

Les deux phases sont souvent réalisées simultanément.

Certains polymères, notamment à base de polypropylène, sont qualifiés de photo-fragmentables mais ne sont pas forcément biodégradables. Le processus de dégradation conduit à la fragmentation du matériau en microparticules de polymère ou monomère qui ne peuvent pas toujours être assimilées par les micro-organismes vivants. (Voir encart « Polémique sur ces polymères « faussement » biodégradables ! »).

La bio-dégradation d'un matériau dépend de différents facteurs que l'on peut regrouper en trois grandes catégories :

- **Les paramètres physico-chimiques** du milieu de dégradation. La température favorise l'activité microbienne ; la teneur en eau du milieu doit être suffisante pour permettre aux fonctions des micro-organismes de s'exprimer. Le pH, la présence d'oxygène et l'action des UV vont également influencer sur le phénomène. On comprend aisément que la dégradation ne sera pas la même dans un désert, en haute montagne ou dans un marécage.
- **Les paramètres microbiologiques** du milieu de dégradation : selon le matériau considéré, la nature et l'abondance des micro-organismes présents sur le site vont avoir un impact sur la vitesse de dégradation.
- **La structure chimique et la morphologie du polymère** constituant le matériau. Un matériau hydrophile, poreux et possédant une faible masse molaire aura une vitesse de dégradation supérieure à celle d'un matériau massif et dense. Pour être conformes aux normes et respecter les temps de dégradation imposés, certains produits ne peuvent parfois pas dépasser quelques dizaines de microns d'épaisseur. La cristallinité du polymère, qui dépend de sa structure mais aussi des conditions de mise en œuvre, a également une influence sur sa biodégradabilité. Les plastifiants et autres additifs vont également modifier les caractéristiques du matériau et influencer sur son aptitude à la biodégradation.

Les polymères biodégradables : une panoplie de matériaux

Les polymères biodégradables sont apparus durant les années soixante dans le domaine de la santé avec des matières biorésorbables pour la chirurgie et la pharmacologie. Bien que la production mondiale actuelle ne représente que 0.03% du marché des plastiques, elle affiche une forte croissance, étant passée de 44 000 tonnes en 2000 à 495 000 tonnes (prévues) d'ici 2005 à 2007. Elle atteignait 500 tonnes en 1990. Le prix des polymères biodégradables est encore élevé et peut atteindre 5 fois celui des polymères classiques.

Il convient cependant d'intégrer dans ce coût les bénéfices pouvant être apportés par une gestion des produits en fin de vie moins contraignante. Ainsi, par exemple, l'utilisation de films de paillage biodégradables en agriculture devrait, en théorie, permettre d'éliminer les étapes de collecte et de traitement.

La mise en œuvre des polymères biodégradables est également plus délicate pour certains d'entre eux et nécessite un savoir-faire spécifique.

On distingue deux grandes catégories de polymères biodégradables : les polymères issus de ressources naturelles renouvelables et les polymères de synthèse produits à partir de dérivés du pétrole.

Les polymères d'origine naturelle :

Tout d'abord rappelons que tous les polymères issus de ressources renouvelables ne sont pas forcément biodégradables. Ce n'est pas la source de la matière première qui détermine si un matériau est biodégradable ou non mais sa structure chimique. A titre d'exemple, le chimiste américain DuPont a récemment mis au point une méthode de synthèse biologique pour la fabrication du PDO¹, un des composants de la fibre Sorona qui n'est pourtant pas biodégradable. Ce PDO peut désormais être synthétisé par des bactéries à partir du glucose issu du maïs.

Les polymères d'origine naturelle peuvent être synthétisés par les êtres vivants (on parle alors de bio-polymères) ou fabriqués par des procédés industriels issus des biotechnologies (polymères produits par la biomasse à partir d'une source carbonée comme l'amidon ou le glucose). Différentes familles de matériaux peuvent servir de base à ces polymères :

- **les polysaccharides** constituent la famille de polymères biodégradables la plus répandue et la plus utilisée. Dans cette famille, l'amidon, la cellulose, la lignine et la chitine sont les représentants les plus importants. **La cellulose** est produite par les organismes photosynthétiques et représente la molécule biologique la plus abondante sur terre (production d'environ 50 milliards de tonnes par an). Elle est très utilisée pour la fabrication de films flexibles et transparents, présentant des propriétés barrières à l'humidité et à l'oxygène. Le cellophane, constitué d'hydrate de cellulose, est largement utilisé dans les emballages alimentaires depuis les années 50. Pour certaines applications, il tend cependant à être remplacé par le polypropylène orienté (non-biodégradable) moins coûteux.

L'amidon est utilisé pour produire différents types de polymères biodégradables et provient essentiellement **du maïs, de la pomme de terre, du blé et du riz**. Le polymère nommé Polynat, fabriqué par l'entreprise Roverc'h, est issu de la gélification d'amidon de farine de seigle suivie d'une plastification à l'aide d'alcools naturels. Ce matériau trouve des applications dans l'emballage alimentaire ou dans la fabrication de couverts et d'assiettes jetables.



L'amidon, et plus largement les sucres, provenant des produits agricoles peuvent également servir de base à la synthèse de nouveaux polymères. L'entreprise Nature Works (Cargill Dow) a ainsi développé un polymère biodégradable nommé PLA (acide polylactique) fabriqué à partir d'amidon de maïs. Le procédé baptisé NatureWorks, repose sur la fermentation d'un sucre, la création d'acide lactique et l'obtention d'acide polylactique modifié par polymérisation. Il existe plusieurs grades de PLA qui peuvent être transformés par extrusion ou thermoformage. Ce polymère peut notamment être utilisé dans la fabrication d'emballages rigides ou de films transparents. Il peut, entre autre, remplacer les films en polypropylène bi-orienté utilisé dans l'alimentaire. Le PLA est également biocompatible ce qui permet son utilisation pour des applications biomédicales.

Des polyesters naturels (PHAs pour polyhydroxyalkanoates) peuvent également être synthétisés à partir de sucres par une grande variété de bactéries. Ces bactéries sont pour l'instant l'unique source de production, mais le développement des plantes transgéniques devrait apporter d'autres voies de synthèse. La société Metabolix produit un polyester naturel nommé Biopol. Ce polymère est actuellement utilisé sous forme de copolymères afin d'améliorer ses propriétés. Toute une gamme de biopolymères est proposée : des thermoplastiques rigides pour réaliser des objets moulés aux matériaux élastiques utilisables pour des revêtements.

La chitine est d'origine animale. Elle est produite par les crustacés et les insectes et se retrouve dans leur carapace. Dans le domaine des matériaux, ce sont les applications biomédicales qui constituent son utilisation principale. Avec son dérivé, le chitosane, elle est employée pour les pansements, les sutures, les lentilles de contact.

¹ PDO : 1,3 propanediol

La lignine est quant à elle la partie non cellulosique du bois qui permet de lier la structure fibreuse de la cellulose. Industrielle-ment, c'est un sous-produit de l'industrie du papier auquel elle donne une teinte indésirable. L'entreprise allemande Tecnaro utilise la lignine pour fabriquer une matière plastique renforcée par des fibres végétales (chanvre, lin) nommée Arboform. Ce matériau ressemble au bois et peut être moulé comme un thermoplastique. Il trouve notamment des applications dans la fabrication de haut-parleurs.



Arboform - Source : Tecnaro

- **Les protéines** comme la caséine (protéine du lait) ou encore le gluten sont également utilisées en tant que (bio)polymères. Ces protéines interviennent dans la formulation d'adhésifs ou de peintures et sont à la base de matériaux (rigide ou souple) présentant des propriétés barrières à l'oxygène et au gaz carbonique et une sélectivité intéressante. Ainsi, la caséine a été utilisée pour la fabrication de films transparents et flexibles. La gélatine est également à la base de films, principalement utilisés pour la fabrication de tablettes et de capsules pour l'industrie pharmaceutique. L'inconvénient majeur des polymères biodégradables à base de protéines est leur prix élevé qui restreint leur utilisation à des domaines à forte valeur ajoutée.
- **Les huiles végétales** peuvent également être utilisées pour la fabrication de polymères biodégradables. Par exemple, le lin permet l'obtention, après pressage, d'une huile composée de triglycérides riches en insaturations vinyliques. Ces molécules ont été exploitées pour synthétiser un nouveau matériau qui pourrait concurrencer, à la fois sur le plan économique et comportemental, des polymères élastomères.

Les polymères biodégradables dérivés du pétrole

Les polymères biodégradables peuvent également être fabriqués à partir de ressources fossiles. L'intérêt de ces polymères est la maîtrise du processus de polymérisation et des constituants de base qui permettent de garantir une transformation aisée ainsi que les propriétés finales du produit fabriqué. Toutefois, l'utilisation de polymères biodégradables d'origine fossile présente deux inconvénients non négligeables. Tout d'abord, lors de sa dégradation, ce matériau va produire du CO₂ qui va contribuer à l'effet de serre. Il en est de même pour les matériaux d'origine végétale (biopolymères), mais le CO₂ issu de leur dégradation avait été préalablement pris dans l'atmosphère pour leur synthèse, si bien que le bilan CO₂ final est nul. Ensuite, il convient de se soucier de la disponibilité de ces matières premières qui sont loin d'être inépuisables.

Les matériaux biodégradables issus de ressources fossiles sont essentiellement de la famille des polyesters. On trouve notamment des polyesters aliphatiques tels que le polycaprolactone (PCL) utilisé, entre autres, dans la fabrication de films de paillage agricole, de pots de plantation ou de sacs poubelle. Même si les polyesters aromatiques tel que le PET (polyéthylène téréphtalate) sont reconnus pour leur grande stabilité et leur rigidité, ceux possédant moins de 25 % d'acide téréphtalique sont capables de se biodégrader. Ainsi, BASF a développé un polyester biodégradable nommé Ecoflex qui peut être utilisé sous forme de films pour des applications dans l'emballage. Selon BASF, ses propriétés sont similaires à celles du polyéthylène basse densité et il peut être transformé en utilisant les mêmes équipements de mise en œuvre.

Les produits commerciaux

Actuellement, les polymères biodégradables à base d'amidon (non modifiés ou modifiés et complexés avec d'autres polymères) constituent la plus grande partie de la capacité européenne de production. Un certain nombre de sociétés produisent ces polymères : Vegeplast (France), Limagrain (marque Biolice) (France), Biotec (Allemagne), VTT Chemical Technology (Finlande), Novamont (Italie), EarthShell (USA), AVEBE (USA), Rodenburg BioPolymers (Pays-Bas), StarchTech, Inc. (USA). La capacité américaine de production est dominée par Cargill Dow, qui a construit une usine d'acide polylactique (PLA) de 140 000 t/an à Blair, au Nebraska.

Aux Pays-Bas l'entreprise Hycail a commencé la construction d'une usine de PLA d'une capacité de 50 000 t/an. Le prix du PLA, qui constituait un frein à son développement, baisse régulièrement en raison de l'augmentation des volumes produits. Les autres sources renouvelables telles que les protéines et les dérivés de la cellulose ne représentent qu'une fraction minime du marché.



Ecoflex – Source : BASF



*Solanyl -
Source : Rodenburg Biopolymers*

Plusieurs plastiques biodégradables disponibles sur le marché sont des « matériaux hybrides » associant des bio-polymères (issus de ressources naturelles) et des polymères synthétiques biodégradables issus de ressources fossiles, ce qui permet de compléter leurs propriétés mutuelles. Par exemple, le Mater-Bi de Novamont est composé d'amidon et d'un co-polyester biodégradable. Ce matériau est notamment utilisé sous forme de films dans des applications de paillage agricole. Les deux matières premières peuvent avoir des dosages variables ce qui permet d'ajuster les propriétés du polymère et notamment sa longévité. En effet, l'amidon se dégrade plus rapidement que le co-polyester, ce qui constitue un inconvénient en culture mais un avantage après usage lorsque le paillage est enfoui dans le sol.

Polymère de base	Ressource	Nom du polymère	Producteur
Polyesters	Fossile	Ecoflex	BASF
		Eastar Bio	Novamont
Acide polylactique (PLA)	Naturelle	NatureWork	Cargill Dow
		Lacea	Mitsui
Amidon + co-polyester	Naturelle et fossile	Mater-Bi	Novamont
		Biocool	Novamont
		Bioplast	Biotec
Polyester (PHA)	Naturelle	Biopol Nodax	Metabolix Procter & Gamble
Cellulose	Naturelle	NatureFlex Bioceta	Innovia Films Mazzuchelli
Alcool polyvinylique (PVA) + polyvinyle acétate	Fossile	Solplax	Millenium Plastic Corporation
Amidon	Naturelle	Plantic Solanyl Vegemat	Plantic Technologies Rodenburg Biopolymers Vegeplast

Polymères biodégradables commerciaux (liste non exhaustive)

Un certain nombre d'entreprises proposent également des additifs à ajouter aux polymères de synthèse standard et qui favorisent leur biodégradabilité. Ces produits sont très intéressants d'un point de vue économique et permettent d'obtenir des polymères dit « biodégradables » à faible coût. La biodégradation totale de ces polymères additivés est cependant très contestée (voir encart). A titre d'exemple, l'entreprise Canadienne EPI propose des additifs nommés TDPA (Totally Degradable Plastic Additive) qui peuvent être incorporés dans des résines de base. Selon l'entreprise, ces additifs favorisent la biodégradation du polymère par un mécanisme d'oxydation qui est accéléré par la chaleur ou l'exposition à la lumière.

L'entreprise française FuturaMat propose une matière première à base de farine de bois ou de céréales qui peut être incorporée à des polymères de synthèse standard, pour réaliser des matériaux biofragmentables (partiellement biodégradables), ou à des polymères biodégradables en tant que charge.



Granulés de farine végétale
Source : Futuramat

Polémique sur ces polymères « faussement » biodégradables !



Films de paillage

Depuis les années 90, les polymères additivés sont au cœur d'une polémique portant sur leur biodégradabilité effective. Il s'agit de polymères d'origine fossile (généralement du polyéthylène) auquel sont ajoutés des additifs qui favorisent leur biodégradabilité.

Ces additifs peuvent être des composés naturels (amidon) qui se dégradent lors du compostage et permettent la fragmentation du polymère, ou des additifs de synthèse qui participent à des réactions d'oxydation sous l'effet de la chaleur, des rayons UV ou de contraintes mécaniques.

Le polyéthylène additivé a été conçu dans les années 80 et mis sur le marché aux Etats-Unis dans les années 90 sous forme de sacs poubelle « compostables » ou pour le paillage agricole. Il est rapidement apparu que ce plastique ne se dégradait pas totalement. Des analyses réalisées en 1998 ont montré que des particules de polyéthylène invisibles à l'œil nu persistaient après le compostage : bien que le polyéthylène additivé ait atteint un haut niveau de désintégration, il n'est pas biodégradé. L'utilisation de ce matériau pourrait ainsi polluer durablement les sols de façon invisible. Dès la parution de ces résultats, les scientifiques américains ont alerté l'opinion publique sur les dangers potentiels de ces produits et sur leur prétendue biodégradabilité. Sous la pression des agriculteurs et des associations de consommateurs, les fabricants américains de plastiques additivés ont été condamnés dans une dizaine d'états pour publicité mensongère.

Entre 1997 et 2001, une étude menée par plusieurs laboratoires européens, visant à comparer la biodégradabilité d'une vingtaine de matériaux vendus comme biodégradables aux agriculteurs, a semblé clore définitivement le débat : le coefficient de biodégradation des polyéthylènes additivés est presque nul, alors qu'il est de 90 % pour d'autres plastiques réellement biodégradables. Cependant, malgré ces résultats, depuis la mise en application de la loi portant sur la gestion des déchets, le polyéthylène additivé tente une percée en Europe en essayant de s'implanter dans le secteur du paillage. Il faut souligner que ces produits présentent des prix beaucoup plus intéressants que les polymères biodégradables fabriqués entièrement à base d'amidon. Cette progression est soutenue par des travaux scientifiques qui ont été, par ailleurs, largement contestés. Depuis deux ou trois ans des publications annoncent, en effet, des coefficients de biodégradation de 60 %.

Cependant, les méthodes d'essais employées ne seraient pas conformes à la norme et utiliseraient des conditions difficiles, voir impossibles, à retrouver dans l'environnement.

De plus, les auteurs font également l'impasse sur les additifs contenus dans les polymères (plastifiants, lubrifiants, stabilisants, additifs d'oxydation...) qui pourraient s'avérer toxiques pour l'environnement lors de leur libération dans le milieu naturel.

.../...



Neosac

Plus récemment, le développement du sac biodégradable Néosac a relancé la polémique sur ce matériau. Ce sac en polyéthylène additivé se dégraderait en 3 mois dans le milieu naturel. Selon les inventeurs, les additifs employés ne sont pas les mêmes que ceux utilisés jusqu'à présent et confèreraient un réel aspect nouveau au Néosac, dont la composition exacte est soumise au secret industriel.

Le Néosac a été labellisé avec le concours du CNEP (Centre National d'Evaluation et de Photoprotection), qui assure, par l'intermédiaire du professeur Jacques Lemaire, que le sac se dégrade selon un procédé original. Trois additifs permettent de maîtriser la vie du polyéthylène du Néosac : un stabilisant minéral, un photo-inducteur et un thermo-inducteur. Une association de composés dont le laboratoire affirme qu'ils sont non-écotoxiques. Le polyéthylène ainsi additivé est apte à servir pendant environ 1 an dans la mesure où il est conservé à l'abri de la lumière. Si le sac est égaré accidentellement dans la nature, le processus de fragmentation débute grâce au photo-inducteur sous l'effet de la lumière et de l'humidité. Au bout de trois mois, les particules de polyéthylène se retrouvent dans le sol sous forme de fragments. Jusqu'ici le processus semble comparable à ce qui a déjà été fait par le passé. Toutefois, dans le cas du Néosac, le thermo-inducteur présent dans le matériau prendrait alors le relais et continuerait de dégrader la structure moléculaire du polymère de sorte que, sous l'effet de l'oxygène et de la température (~ 15 °C), le poids des chaînes carbonées serait réduit d'un facteur 30. A l'issue de ce processus, les oligomères présenteraient une terminaison acide qui permettrait aux bactéries du sol de les bio-assimiler complètement. Le CNEP assure ainsi que la bio-assimilation du polyéthylène additivé commence après 2 ans de séjour dans le sol. Cependant, aucune information n'a été communiquée sur le temps nécessaire aux bactéries pour bio-assimiler complètement les particules de polyéthylène.

Au niveau réglementaire, le polyéthylène additivé du Néosac ne respecte pas la norme EN 13432 selon laquelle le matériau doit être complètement assimilable par les micro-organismes au moins à 90 %, le résultat de cette assimilation étant de l'eau et du CO₂. Les concepteurs du Néosac soulignent que cette norme a été conçue pour des polymères se dégradant par hydrolyse et n'est pas adaptée au polyéthylène additivé dont la dégradation se fait par un processus d'oxydation.

D'autres entreprises se lancent sur le marché du sac en polyéthylène additivé. Le seul fabricant de sacs plastiques en Haute-Savoie, l'entreprise Cogne, a inventé en début d'année un sac plastique photodégradable constitué de polyéthylène associé à des substances pro-dégradantes et des stabilisateurs. Ce sac, baptisé Ecophémère, se fragmenterait spontanément en six mois sous l'effet de la lumière, de l'oxygène et de la chaleur, et se dégraderait totalement dans un délai de deux à trois ans, selon le milieu où il se trouve, sans laisser de substances nocives. 400 000 à 500 000 sacs de cette nouvelle génération ont déjà été vendus depuis le début de l'année.

Quelles applications pour les polymères biodégradables ?

Actuellement, les polymères biodégradables sont principalement utilisés dans les secteurs, de l'agriculture, de l'emballage et du médical.



Source Futuramat

Le secteur agricole utilise ces matériaux pour les films de paillage, les films de tunnel et les matériels de palissage. Les produits biodégradables les plus utilisés restent les films de paillage.

Globalement les performances techniques de ces matériaux sont proches de celles attendues mais des progrès restent à faire quant aux temps de dégradation selon le type de culture et les conditions extérieures.

Il existe également un manque de lisibilité entre les matériaux entièrement biodégradables et les produits photofragmentables composés de polymères additivés et dont la biodégradation est remise en cause.



Emballage biodégradable EarthShell

Site : <http://www.earthshell.com/foam.html>

Les polymères biodégradables sont également présents dans **le secteur de l'emballage**. Ils sont notamment utilisés pour l'emballage de fruits et légumes et en boulangerie. Pour certains types de produits, leur utilisation est limitée par leurs faibles propriétés barrières aux gaz. Les performances techniques des polymères biodégradables sont souvent insuffisantes pour **les emballages alimentaires** à longue durée de conservation. Au niveau de **l'emballage industriel**, ces matériaux trouvent des applications dans les chips de calage qui sont réalisées à base d'amidon de maïs.

Ce débouché est très développé en Angleterre. En France, le frein principal à leur utilisation est le prix (20 à 30 % plus élevé), leur faible résistance à l'humidité et surtout l'inexistence d'une filière de récupération (les industriels n'utilisent pas la possibilité de dissoudre ces chips dans l'eau). **Les sacs de caisse** représentent également un marché à fort potentiel pour les polymères biodégradables, qui tentent, depuis peu, de s'imposer sur ce secteur. Cependant, l'offre matériaux manque encore de lisibilité pour cette application et il serait nécessaire de développer les filières de compostage pour en retirer tous les bénéfices (sous réserve que les polymères biodégradables ne soient pas associés à des matériaux non-compostables en fin de vie).

En dehors de ces secteurs porteurs, les polymères biodégradables peuvent trouver d'autres applications plus spécifiques. Ainsi, l'entreprise Végéplast a été retenue par la DGA pour la production annuelle de 300 000 à 400 000 **liens de parachutes**, qui sont dispersés dans la nature après usage. Ces liens seront fabriqués en Végémat, polymère biodégradable obtenu par transformation de la plante entière du maïs. Outre les liens pour parachute, Végéplast produit également des agrafes pour le relevage des vignes et travaille à la mise au point d'un lien auto-serrant pour les tuteurs de végétaux.

L'utilisation de polymères biodégradables est-elle écologique ?

L'utilisation de polymères biodégradables est souvent perçue comme une alternative écologique à l'utilisation de polymères de synthèse courant. Il faut cependant réunir différents paramètres pour que ces matériaux aient un impact bénéfique sur l'environnement. L'utilisation d'un polymère biodégradable est sans aucun doute une solution écologique lorsqu'il se substitue à un polymère qui n'est pas recyclable ou recyclé. Cependant, il est nécessaire que ce produit soit pris en charge en fin de vie et dirigé vers des filières de compostage pour que son impact soit bénéfique. Les filières de compostage sont malheureusement encore peu développées en France. La multiplicité des matériaux utilisés rend également le tri et la collecte de ces polymères difficiles.



Le groupe Carrefour a sollicité, début 2004, la société Ecobilan pour quantifier et comparer les impacts environnementaux de quatre types de sacs de caisse : le sac en PE¹ jetable classique de 14 litres, un cabas en PE réutilisable de 29.6 litres, un sac en papier de 20 litres et un sac biodégradable, à base d'amidon de maïs, de 25 litres. L'étude a utilisé la méthodologie de l'analyse de cycle de vie qui permet d'évaluer les impacts potentiels d'un produit sur l'environnement durant l'ensemble des étapes de sa vie, de l'extraction des ressources naturelles jusqu'au traitement final des déchets.

¹ PE : polyéthylène

.../...

.../...

Les huit indicateurs faisant référence pour les analyses de cycle de vie ont été pris en compte :

- la consommation de ressources énergétiques non renouvelables
- la consommation d'eau
- l'émission de gaz à effet de serre
- l'acidification atmosphérique
- la formation d'oxydants photochimiques
- la contribution à l'eutrophisation des eaux superficielles
- la production de déchets solides résiduels
- le risque relatif à l'abandon des sacs usagés

Il ressort, tout d'abord, de cette étude que la phase de production des matériaux (PE, papier, amidon...), pour la fabrication des sacs, a un impact prédominant sur la majorité des indicateurs étudiés. Ceci signifie que toute réduction de la masse unitaire et toute réutilisation amélioreront les résultats du sac en question.

La comparaison des impacts environnementaux a été réalisée pour les quatre types de sac sur la base de 9000 litres d'achats (volume annuel d'un client). Elle a été effectuée dans le cas de la situation française de traitement des déchets ménagers : 51 % de mise en décharge, 49 % d'incinération, recyclage de 45 % des papiers.



Les principales conclusions de l'étude sont les suivantes :

- Par rapport au sac PE jetable, le sac biodégradable est meilleur en ce qui concerne le **risque d'abandon** et la formation d'oxydants photochimiques. Il s'avère, par contre, plus mauvais concernant **l'émission de gaz à effet de serre** (40 % en plus) notamment parce qu'il est plus lourd et que les émissions lors de sa phase de production sont plus élevées. Il faut noter que ces émissions plus élevées sont en partie dues à l'implantation des usines, qui se trouvent en Italie, l'électricité italienne contribuant plus à l'effet de serre que l'électricité française. Le sac biodégradable contribue également 11 fois plus à **l'eutrophisation**¹ que le sac PE jetable, principalement à cause de la phase de production agricole de l'amidon.
- Par rapport au sac PE jetable, le sac papier est meilleur pour le risque d'abandon, équivalent pour **la consommation d'énergies non renouvelables et la formation d'oxydants photochimiques** et plus mauvais d'au moins 80 % sur les cinq autres indicateurs. Le sac papier consomme notamment 3 fois plus d'eau (principalement pour préparer la pâte recyclée) et émet 80 à 90 % de gaz à effet de serre et de gaz acide en plus.
- Pour un nombre d'utilisation supérieure ou égal à 5, le cabas PE est meilleur que les sacs jetables étudiés et ceci pour pratiquement tous les indicateurs. L'utilisation de ce type de sac présente donc de nombreux avantages exceptés pour **le risque d'abandon** qui est sa principale faiblesse.

Dans ce cas précis, on remarque qu'une analyse du cycle de vie permet de conclure que l'utilisation de sacs biodégradables n'est pas la solution la plus écologique au problème considéré. Il faut cependant noter que les résultats de cette étude dépendent des polymères utilisés et des conditions de fabrications spécifiques qui peuvent être amenées à évoluer. L'utilisation d'un autre type de polymères biodégradables aurait certainement conduit à des conclusions différentes. De telles analyses devraient être menées de façon plus systématique avant de choisir un nouveau matériau visant à réduire les impacts environnementaux.

L'étude complète est disponible à l'adresse suivante :

http://www.carrefour.fr/pdf/rapport_carrefour_post_revue_critique.pdf

¹ Eutrophisation : accumulation graduelle de débris organiques dans les eaux stagnantes provoquant la prolifération excessive de végétaux aquatiques et l'appauvrissement en oxygène des eaux profondes.

Contacts

- Limagrain** - marque Biolice - Tel : 04 73 67 17 00 - www.biolice.com Mél : info.lci@limagrain
- Végéplast** - ZA, route de Mondavezan - BP 18 - 31220 Martes Tolosane - Tel : 05 61 90 80 83.
Fax : 05 61 98 83 00 - www.vegemat.com. Mél : vegeplast@wanadoo.fr
- FuturaMat** - 3 rue Raoul Follereau - 86000 Poitiers - Contact : Sandra MARTIN : 06 73 36 28 20
- Cogne et Fils** - ZI des Marais - 14 rue de l'industrie - 74160 Saint Julien en Genevois
Tel : 04 50 49 28 97 - Fax : 04 50 35 11 22 - www.cogne.fr - Mél : contact@cogne.fr
- Association NEOSAC** - Antenne de la CCI Le Puy/Yssingeaux - 4 place de la Victoire -
43120 Monistrol sur Loire - Tél. : 04 71 09 90 00 - Fax : 04 71 02 77 58
- Centre National d'Evaluation de Photoprotection - CNEP**, ensemble Scientifique des Cézeaux
- 63177 Aubière Cedex - Tél : 04 73 27 15 95 - Fax : 04 73 27 59 69
- LNE** - 1, rue Gaston Boissier - 75724 Paris Cedex 15 - Tel : 01 40 43 37 00 - Fax : 01 40 43 37 37
Mél : info@lne.fr
- AIB Vinçotte** - Belgique - www.aib-vincotte.com
- US Composting Council** - USA - www.compostingcouncil.org
- Din Certco** - Allemagne - www.dincertco.de
- IBAW** - Aassociation de Promotion des Polymères Biodégradables - www.ibaw.org
- BASF** - USA - www.basf.com/static/science_and_you.html
- Natural Works** - USA - www.natureworksllc.com
- StarchTech, Inc.** - USA - www.starchtech.com.
- Mitsui** - Japon - www.mitsui-chem.co.jp/e/new/010926e.pdf
- Procter & Gamble** - USA - www.nodax.com
- Avebe BA** - Pays-Bas - Tel : +31 598 669111 - Fax : +31 598 664368
- Innovia Films** - Royaume-Uni - www.innoviafilms.com
- Earthshell Corporation** - USA - www.earthshell.com
- Tecnaro** - Allemagne - www.tecnaro.de
- Plantic Technologies** - Australie - www.plantic.com
- VTT Chemical Technology** - Finlande - www.vtt.fi/ket/ket1/profy - Mél : Perti.Koukkari@vtt.fi
- Biotec** - Allemagne - Tel : ++49-(0)2822-92510 - Fax : ++49-(0)2822-51840 - www.biotec.de
- Rodenburg Biopolymers** - Pays-Bas - www.biopolymers.nl - Mél : sales@biopolymers.nl
- Mazzucchelli** - Italie - Tel : 02-335041 - Fax : 02-33504298 - www.mazzucchelli.it
- Millenium Plastic Corporation** - USA - Tel : 702 454 21 21 - www.milleniumpolymers.com
- EPI** - Canada - Tel : + 1-604-738-6281 - Fax : +1-604-738-7839 - www.epi-global.com
- Metabolix** - USA - Tel : 617-492-0505 - Fax : 617-492-1996 - www.metabolix.com
- Novamont** - Italie - Tel : +39 0321 6996 11 - Fax : +39 0321 6996 00/01 - www.novamont.com ou
www.materbi.it/i_a/
- Hycail** (Pays-Bas) - Tel : 05 94 50 57 69 - Fax : 05 94 50 62 53 - info@hycail.com - www.hycail.com

La Veille Matériaux à l'Agence

SELECTION DE VIGIMAT

L'action VIGIMAT de l'Agence entre dans le cadre de sa mission d'appui technologique aux entreprises. Elle a pour objet de porter rapidement à la connaissance de ses adhérents les innovations matériaux susceptibles de les intéresser. L'envoi des VIGIMAT est ciblé selon les centres d'intérêt communiqués par les adhérents.

Un complément d'information sur l'innovation mentionnée dans le VIGIMAT peut être fourni par l'Agence sur simple demande. **Ce service est réservé exclusivement aux adhérents.**

La liste des VIGIMAT est disponible sur le site Internet : www.agmat.asso.fr. Les VIGIMAT sélectionnés :

Dépôt de protection contre l'aluminium liquide

Alcan vient de finaliser la conception d'un nouveau dépôt métallique, le Mipal, protégeant les pièces de l'attaque chimique et de l'érosion dues à la coulée d'aluminium liquide. Ce dépôt est appliqué en couche mince par pistolet pneumatique, pinceau ou poudrage électrostatique. Des essais ont été conduits sur des pièces de fonderie tels que des busettes ou des gaines de thermocouple. Ce dépôt est adapté aux pièces à géométrie complexe comme les grilles, les tamis ou les distributeurs de métal qui sont en cours de validation. D'autres applications sont déjà industrialisées dans les usines du groupe Alcan comme par exemple des busettes pour la coulée de fil. Les anciennes busettes étaient changées tous les jours, les busettes Mipal quant à elle fonctionne toute une semaine. En fin de cycle, les pièces usagées peuvent être nettoyées et revêtues d'un nouveau dépôt.

Cette couche métallique trouve une place légitime dans les domaines de la fonderie, de l'électrolyse et du laminage de l'aluminium mais toutes les perspectives d'exploitation de ce produit n'ont pas encore été explorées, d'autres restent probablement à inventer. Alcan est donc ouvert à toutes propositions de développement

Ref : JR/913

Décontamination bactérienne sous plasma atmosphérique

Le laboratoire de Physique des Gaz et des Plasmas d'Orsay, associé à deux autres laboratoires de recherche du CNRS et de l'Université de Paris Sud, a développé un nouveau procédé de décontamination. Son principe repose sur l'action d'un plasma froid d'azote atomique entraîné par un flux gazeux à une vitesse suffisante pour que la surface à traiter soit désinfectée sur plusieurs mètres ou dans des conduits de petites sections et/ou à géométrie complexe (les effluents gazeux sont capables de traverser des dispositifs tels qu'une aiguille de seringue).

On retiendra que ce dispositif travaille à pression atmosphérique et à des températures inférieures à 50 °C, qu'il est peu polluant, qu'il permet de traiter des surfaces difficilement atteignables, qu'il préserve les surfaces, du fait de l'absence de particules chargées et de composants chimiques corrosifs.

Ce procédé est actuellement proposé comme un moyen complémentaire de stérilisation (des tests préliminaires ont prouvé son action sporicide et des études sont en cours pour définir l'étendue et les mécanismes de cet effet antibactérien) avant d'évoluer vers un traitement complet, en remplacement des procédés actuels jugés trop polluants (chimie, radioactivité) ou pour lesquels certains virus ou microbes ont développé des résistances. Les premiers débouchés concernent touchent les secteurs du biomédical (polymères, implants, poudres, systèmes mécaniques) et de l'agroalimentaire... mais une application de décontamination des circuits de ventilation et de climatisation est envisagée.

Ref : MK/907

Agenda

18 Octobre 2005 : « Initiatives Composites en Région : Ou comment utiliser les ressources et les compétences disponibles pour mener à bien un projet composite » (Paris)

Contact : JEC Composites Magazine- 19 Bd de Courcelles - 75008 Paris - Tel : 01.58.36.15.11

Frédéric REUX - Mél : reux@jeccomposites.com - Site : www.jeccomposites.com

19 Octobre 2005 : « Chimie et Bien-Etre » (Lyon)

Contact : UIC - Valérie FRANCOIS-BARTHELEMY (Responsable Communication)

Tel : 04.78.77.07.20 - Mél : vfrancois-barthelemy@chimie-rhonealpes.org

19-20 Octobre 2005 : « Les Journées de la Fonderie : Accroître sa compétitivité par la maîtrise des processus » (Strasbourg)

Contact : ATF - 45, rue Louis Blanc - 92038 PARIS LA DEFENSE Cedex

Tél. : 01.47.17.68.09 - Fax : 01.47.17.68.10 - Mél : atfgabelout@aol.com



09 Novembre 2005 : « Nanotechnologies : Procédés d'Elaboration des Matériaux » (Paris)

Séminaire co-organisé avec la Société de l'Industrie Minérale

Contact : ARAMM : Jean-Claude PREVOT - Mél : jean-claude.Prevot@agmat.asso.fr

15 Novembre 2005 : « La Métallurgie et la Mécanique dans la Région Stéphanoise : Un brillant passé, un avenir prometteur » (St Etienne)

Contact : CERCLE D'ETUDES DES METAUX - 158, Cours Fauriel - 42023 ST ETIENNE CEDEX

Tél. 04.77.42.02.36 - Fax : 04.77.49.36.10



17 Novembre 2005 : « ISA 2005 : Mesure et Analyse : quels enjeux pour l'entreprise? » (Lyon)

Contact : Comité de Développement Scientifique et Technologique de la Doua

Maison de l'Université - 43, bd du 11 novembre 1918 - 69622 VILLEURBANNE Cedex

Tél. / Fax : 04.72.43.35.78 - Site : <http://isa.cnrs.fr>

22-24 Novembre 2005 : « IEACM-2 : Innovations dans l'Elaboration et les Applications des Couches Minces » (Nancy)

Contact : SFV - 19, rue du Renard - 75004 PARIS - Fax : 01.42.78.63.20

Mél : sfv@vide.org - Site : www.vide.org/ieacm2.html

24-25 Novembre 2005 : « Journées des Nanosciences et des Nanotechnologies en Rhône-Alpes » (Villeurbanne)

Contact : Site : www.imep.enserg.fr/jnnra/index.htm

01-02 Décembre 2005 : « Rotomoulage, Soufflage et Thermoformage : Avancées récentes en R&D » (Tours)

Contact : ENSAM - Tél. : 01.44.24.63.01- A. TCHARKHTCHI

Mél : abbas.tcharkhtchi@paris.ensam.fr - Site : www.roto-thermo-soufflage.fr



06 Décembre 2005 : « Les Polymères et le Feu » (Solaize)

1er colloque national co-organisé l'ARAMM, l'EMA, le GFP, l'IFP, l'IFTH, la SFC, la SFIP, la SF2M

Contact : ARAMM : Marie LEFEBVRE - Mél : marie.lefebvre@agmat.asso.fr

07-08 Décembre 2005 : « CIMATS : Nano Matériaux, Nano Composites, Nano Structures : un point sur la réalité industrielle » (Sévenans)

Contact : UTBM - Laboratoire LERMP - 90010 BELFORT Cedex - Tél. : 33 (0)3 84 58 35 83 -

Fax : 33 (0)3 84 58 32 86 - Geneviève Riboldi - Mél : genevieve.riboldi@utbm.fr - Site : www.lermps.com



13 Décembre 2005 : « Séminaire annuel de l'Aerospace Cluster in Rhône-Alpes » (Lyon)

Contact : ARAMM - Marie LEFEBVRE - Mél : marie.lefebvre@agmat.asso.fr

Directeur de Publication : Jean-Claude PREVOT

Comité de Rédaction : Christelle GALLET, Yves BERTAUD, Marie LEFEBVRE, Marie KERMARREC, Julien ROUSSET, Christophe ZELLER

Conception-Réalisation : Nelly TRONCHON

N°ISSN : 1634-5789