

## Les bio-plastiques d'origine végétale

# Rencontre du renouvelab

**Le développement durable, la lutte engagée contre le changement climatique et les perspectives d'épuisement des ressources pétrolières se traduisent aujourd'hui par un développement de l'offre de bio-plastiques en particulier dans trois segments de marché : sacs, emballage et agriculture. Le point sur l'intérêt de ces produits.**

**L**es plastiques ont envahi notre quotidien au travers du développement de polymères artificiels issus de la pétrochimie. Ces matières ont la propriété de pouvoir prendre n'importe quelle forme rigide ou souple, grâce aux différentes techniques de la plasturgie (moulage, filage, soufflage...), qu'elles conservent par la suite durant leur utilisation. Douées d'autres qualités telles que l'hydrophobicité (imperméabilité et résistance à l'eau), l'inertie chimique et biologique, la faible densité et la résistance mécanique, elles ont permis l'industrialisation de très nombreuses applications.

Les plastiques sont des macromolécules, composées chacune de plusieurs milliers à plusieurs centaines de milliers d'atomes. Ils sont synthétisés par voie chimique ou directement par la nature, à partir de répétition d'un ou de quelques motifs unitaires appelés monomères. En fonction de la nature de ces derniers, de leur longueur et de leur structure,

les propriétés des matières plastiques, telles que la résistance, l'élongation et la transparence seront différentes. Actuellement, les plastiques les plus communs appartiennent à la famille des résines thermoplastiques qui se fluidifient de façon réversible par chauffage. Ils sont fabriqués à partir de monomères issus du craquage du pétrole : le polyéthylène (PE), le polypropylène (PP), le polychlorure de vinyle (PVC) et le polystyrène (PS). L'autre grande famille regroupe les résines thermodurcissables dont la polymérisation n'est réalisée qu'au moment de la mise en forme définitive et irréversible : résines urée-phénol, -mélanine, -formol, époxydes et polyesters.

L'industrie des plastiques regroupe deux entités complémentaires : les producteurs de résines appartenant aux grands groupes pétroliers et les entreprises de la plasturgie qui conçoivent et mettent en forme les produits en matière plastique.

### Faciliter la gestion des déchets

Malheureusement, l'utilisation intensive des matières plastiques d'origine pétrolière peut avoir des conséquences néfastes sur l'environnement. Non renouvelables, elles par-

ticipent à l'épuisement des ressources fossiles. Mais l'impact le plus sensible vient de leur accumulation sous forme de déchets dans les décharges et dans les milieux naturels. En effet, les macromolécules artificielles ne sont pas dégradées et assimilées par les organismes vivants et ne disparaissent qu'après des périodes dépassant le siècle.

▶ Les biopolymères contiennent intrinsèquement la solution de leur élimination : le compost issu des matières organiques contenues dans les déchets peut être utilisé comme fertilisant naturel des sols.

Malgré la prise de conscience de cette pollution à long terme, le traitement en fin de vie des matières plastiques n'est pas simple à réaliser. Le recyclage comme matériau, applicable en théorie à la plupart des matières plastiques, se heurte à leur grande diversité. Une alternative serait de substituer les plastiques traditionnels non dégradables par des plastiques biodégradables d'origine végétale dont les chaînes carbonées sont aussi bien valorisables par compostage, méthanisation et incinération.



**Le segment du sac présente un fort potentiel de marché. Les différentes utilisations des sacs de caisse rendent leur recyclage difficile. Le développement du marché du sac biodégradable passe par la mise en place d'une filière de compostage.**

En effet, fabriqués à partir du carbone végétal, les bioplastiques possèdent un double avantage : ils sont biodégradables et renouvelables (figure 1).

En matière d'effet de serre, les analyses de cycle de vie

Jean-Philippe Leygue  
jp.leygue@arvalisinstitutduvegetal.fr

ARVALIS – Institut du végétal

Hilaire Bewa  
hilaire.bewa@ademe.fr

AGRICE-ADEME

# le et du biodégradable



© A.M.I. Rivière, Perspectives Agricoles

montrent généralement que l'utilisation des plastiques d'origine végétale en substitution aux polymères d'origine pétrolière permet d'éviter l'émission de 30 à 75 % de CO<sub>2</sub>.

Les biopolymères contiennent intrinsèquement la solution de leur élimination, le compost issu des matières organiques contenues dans les déchets peut être utilisé comme fertilisant naturel des sols.

## La biodégradabilité : une notion bien précise

Un matériau biodégradable n'est pas un matériau à durée de vie limitée, mais un matériau qui a la faculté d'être dégradé et assimilé par les micro-organismes du sol. La norme européenne EN 13432 permet de déterminer la biodégradabilité, la compostabilité et de contrôler l'absence de toxicité. Le seuil de biodégradabilité exigé de 90 % doit être atteint en 6 mois au maximum.

Les bioplastiques sont classés en deux catégories par l'association européenne

▶ Selon la norme européenne EN 13432, un matériau biodégradable a la faculté d'être dégradé et assimilé par les micro-organismes du sol à 90 % en 6 mois au maximum.

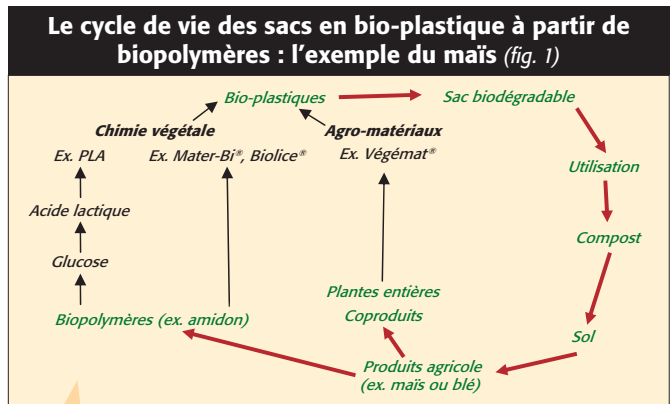
European Bioplastics :

- les plastiques issus de ressources renouvelables ;
- les polymères biodégradables respectant la norme EN 13 432.

Cette définition est reprise par Le Club des Bioplastiques

(encadré 1). Il faut noter que dans l'approche qui privilégie l'emploi de ressources renouvelables, les biopolymères peuvent ne pas se dégrader au sens strict de la norme. C'est pour cette raison que la CSEMP (Chambre Syndicale des Emballages en Matière Plastique) adopte les deux types de matériaux « bioplastiques » renouvelables ou biodégradables, les deux caractéristiques pouvant coexister.

Tandis que le Club des Bioplastiques complète sa définition en déclarant que



Un matériau biodégradable a la faculté d'être digéré par les micro-organismes du sol.



**Un club « Bio-plastiques » pour promouvoir les matières végétales et biodégradables (enc. 1)**

« Le Club est né au printemps 2004 sous l'impulsion de Pierre Gatel (AGPB), en liaison avec Novamont et l'USIPA, pour intervenir dans les débats initiés par le député Yves Jégo qui venait de déposer une proposition de loi visant à interdire l'utilisation des sacs plastiques non biodégradables », explique Jean-Luc Pelletier, vice président du Club. Le cercle du Club s'est progressivement élargi à l'AGPM, l'UNPT, et aux autres fabricants de bio-plastiques (Limagrain, Végéplast, Nature Works, SPHERE). L'objectif était de bâtir des argumentaires en faveur des bio-plastiques et d'apporter des éléments de réponse aux nombreuses questions qui nous étaient posées. Le Club est ensuite intervenu activement lors de la préparation de la dernière loi d'orientation agricole pour préserver l'essentiel des dispositions proposées par les députés Delattre et Le Fur. Ces dispositions figurent à l'article 47 de la LOA du 5 janvier 2006 qui prévoit l'interdiction de l'utilisation des sacs de caisse jetables non biodégradables à partir de 2010 et fixe des objectifs d'incorporation obligatoire de bio-plastiques dans certains usages du plastique. Toutefois, les deux décrets d'application de cet article rédigés en 2006 ont été contestés par la Commission européenne et les modalités de mise en œuvre de l'article 47 sont en cours de réexamen. Le Club intervient auprès de l'administration française pour que celle-ci porte ce dossier à Bruxelles et il soutient le projet de memorandum adressé dans ce sens par Paris à plusieurs capitales européennes. En février 2007, le Club s'est officiellement constitué en association.



**En agriculture, en phase de commercialisation, les projets les plus avancés sont les films de paillage.**

Les « bioplastiques » doivent, en plus de la biodégradabilité, privilégier le recours aux matières agricoles renouvelables, mais sans définir *a priori* de ratio seuil définitif. De façon pragmatique, il considère que ces matériaux doivent encore bénéficier de l'apport des caractéristiques techniques des matériaux d'origine fossile pour respecter les cahiers des charges des utilisateurs plasturgistes. Un ratio d'incorporation minimum réglementaire défini en concertation avec les professionnels sera progressivement révisé pour tendre vers 100 %. C'est la voie qu'a pris la loi d'orientation agricole de janvier 2007 en retenant des minima différents de 40 à 80 % de matière d'origine agricole dans les plastiques biodégradables en fonction des usages, donc des contraintes techniques.

**La loi d'orientation agricole de janvier 2007 a fixé des minima compris entre 40 et 80 % de matière d'origine agricole dans les plastiques biodégradables en fonction des usages, donc des contraintes techniques.**

On peut distinguer trois modes de fabrication différents des plastiques d'origine végétale :

- directement à partir de plantes entières, le maïs par exemple. Dans ce cas, les biopolymères constitutifs de la matière végétale (amidon, cellulose, hémicellulose, protéine...) sont destructurés puis restructurés de façon contrôlée sans passer par leur extraction-purification pour produire une résine ou un matériau plastique. On parle alors d'agro-matériaux, comme le Végémat de Végéplast-Vivadour (encadré 2).

▶ Les « bioplastiques », en plus de la biodégradabilité, peuvent être fabriqués, au moins en partie, à partir de matières agricoles renouvelables. C'est ce que souhaite le Club des Bioplastiques.

- à partir d'un biopolymère naturel extrait de produits agricoles, comme par exemple l'amidon ou le gluten de céréales purifiés par l'industrie amidonnière, qui est ensuite transformé pour être converti en une résine thermoplastique utilisable en plasturgie. Actuellement, ces biopolymères naturels sont formulés de deux façons afin de produire des résines biodégradables commerciales : seuls, comme l'Amyplast d'Amylum et le Paragon d'Avebe, ou en les mélangeant avec des polymères biodégradables d'origine pétrolière (polycaprolactone, polyvinylamides, polyesters...) afin d'en améliorer les caractéristiques techniques, comme le Mater-Bi de

Novamont et le Biolice de Ulice-Limagrain.

- toujours à partir de biopolymères végétaux extraits, a lieu une première phase de production de monomères par bio-conversion (réaction enzymatique et/ou fermentation). Une deuxième phase consiste ensuite à les polymériser en une résine plastique, comme par exemple la polymérisation en acide polylactique (PLA) de l'acide lactique produit par fermentation du glucose issu de l'hydrolyse de l'amidon de céréale. Les deux phases peuvent être aussi réalisées par un seul et même microorganisme au cours d'une fermentation, comme pour la production des polyhydroxyalcanoates (PHB, PHBV, PHA) de Metabolix-ADM, USA.

**Une part de marché encore très faible**

À l'échelle industrielle, les capacités de production mondiale de plastiques biodégradables n'ont pas cessé de croître depuis les années 90, en passant de 500 t/an à près de 500 000 t/an prévues en 2007, dont 85 % issus de ressources renouvelables. Mais la production réelle serait encore inférieure à 100 000 t/an, restant très en-deçà du marché mondial des matières plastiques d'environ 150 Mt/an. La consommation française actuelle est de l'ordre de 10 000 t/an (0,15 % du marché), dont une production infime sur notre territoire (quelques centaines de tonnes et d'hectares mobilisés). L'écart de prix avec les polymères d'origine fossile diminue avec l'augmentation des capacités industrielles et celle du prix du baril. Actuellement 2 à 3 fois trop chers (amidons : 2 à 4 €/kg, PLA : 2 à 2,5 €/kg, PHA : 8 à 15 €/kg), leur prix devra se situer entre 1 et 2 €/kg pour être compétitif.

Selon une étude réalisée en avril 2007 par ALCIMED pour le



© A.M. Rivière, Perspectives Agricoles



© NatureWorks

## Des applications industrielles en plein développement (enc. 2)

Chacun des trois procédés de fabrication des bioplastiques fait l'objet d'applications industrielles à plus ou moins grande échelle. Par exemple, l'acide polylactide (PLA) fabriqué par NatureWorks LLC peut être façonné en bouteilles, conteneurs, bacs, films et fibre textile. Leur usine au Nebraska (Etats-Unis) fabrique 140 000 tonnes de NatureWorks® par an, destinés à la fabrication d'objets rigides par thermoformage. Thermoscellables, ils peuvent être transformés en film souple (sacs de caisse ou de poubelle). Ils conviennent bien aux applications à courte durée de vie (bouteilles et bocaux plastiques d'eau, de jus de fruits frais...), mais aussi aux assiettes et couverts jetables (qui peuvent être collectés et compostés avec les déchets alimentaires). Imprimables et rigides, ils peuvent constituer une alternative au PVC (cartes de téléphone et de crédit, emballages blister...) Enfin, ils peuvent être extrudés en une fibre textile, Ingeo™, qui peut être tissée ou non pour entrer dans la fabrication de vêtements, de mobilier et de non tissés. Compostables, les polymères NatureWorks® offrent en plus la possibilité d'être traités selon les procédures habituelles de traitement des plastiques (recyclage ou incinération).

À une échelle beaucoup plus réduite, la société Végéplast, installée près de Toulouse, commercialise des objets fabriqués à partir de plantes entières de maïs. Ce bio-plastique, le Végémat®, est destiné à se substituer aux plastiques usuels destinés à l'injection. « Après trois ans de recherche au sein de la coopérative Vivadour, nous nous sommes lancés dans les applications industrielles. Nous proposons à nos clients des pièces, et pas seulement de la matière. Nous élaborons des produits qui correspondent à leurs exigences », explique Vincent Pluquet, gérant. L'entreprise de cinq personnes fabrique des produits aussi divers que des tees de golfs, des

agrafes à vigne, des liens de parachutes, des produits d'emballage. « Nous ne pouvons fabriquer que des produits à courte durée de vie, pas des voitures ou des gouttières, ce qui limite notre marché à une niche. Un hectare de maïs couvre la production annuelle française de tees de toute la France. »



© NatureWorks

**Les emballages alimentaires compostables laissent entrevoir un marché important pour les bioplastiques.**

développement d'une filière dynamique à fort potentiel de production : 0,9 Mt/an en 2015 (12 % du marché), puis 2,2 Mt/an en 2030 (24 %), soit 180 000 ha, puis 445 000 ha de céréales mobilisés. ■

compte de l'ADEME, le développement des biomatériaux, dont font partie les bioplastiques, n'est pas à la mesure de la demande sociétale forte actuelle. Un cadre réglementaire plus incitatif, une meilleure visibilité en terme d'image, une incitation à la création de capacités industrielles de taille suffisante pour une meilleure compétitivité économique et une meilleure valorisation de la recherche permettraient le

### Pour en savoir plus

- *Biodégradabilité et matériaux polymères biodégradables*, ADEME, Hilaire BEWA, 2007.
- *Les bio-plastiques d'origine végétale : des produits renouvelables et biodégradables*, Club Bioplastiques, novembre 2005.
- *Les bioplastiques*, Futurs – L'emballage Plastique – CSEMP, numéro spécial # 5, 2006.