



Luc Averous

BioTeam/École européenne de chimie, polymères et matériaux (ECPM)-Institut de chimie et procédés pour l'énergie, l'environnement et la santé (Icpees), Unité mixte de recherche (UMR) 7515, Université de Strasbourg (Bas-Rhin). luc.averous@unistra.fr

58

Bioplastiques

Polymères biosourcés, polymères biodégradables

Le développement exponentiel des bioplastiques concerne des matériaux très divers aux qualités liées à leur origine (biosourcés) ou à leur fin de vie (biodégradables, compostables). Définitions et tour d'horizon.

► Il est évident que l'utilisation de polymères à longue durée de vie pour des applications de courte durée, comme l'emballage, la restauration, la chirurgie ou l'hygiène n'est pas adéquate. En effet, les polymères durables non renouvelables sont une source importante de pollution – par exemple, les sacs plastique affectent la vie sous-marine.

Par ailleurs, la valorisation classique des déchets plastiques présente des inconvénients. Ainsi, la valorisation énergétique, lorsqu'elle est mal maîtrisée, génère des émissions toxiques – par exemple, de la dioxine. La valorisation matière, pour sa part, implique des limitations liées aux difficultés de trouver des débouchés économiquement viables. En outre, elle peut entraîner un bilan écologiquement négatif qui se traduit sur l'analyse du cycle de vie (ACV) du matériau en raison de la nécessité, dans presque tous les cas, de laver les déchets plastiques. À ceci est associée une consommation d'énergie importante liée aux processus de broyage et de retransformation. Les collectivités humaines prennent donc de plus en plus

conscience des économies importantes que permettent des déchets maîtrisés et compostables.

Un développement pertinent mais limité

Le potentiel des polymères biodégradables, en particulier ceux obtenus à partir de ressources renouvelables, est donc développé depuis longtemps, notamment pour des applications à courtes durées de vie. Toutefois, même s'ils connaissent des taux de croissance de 10 à 20 % par an, ils ne sont utilisés que dans des applications ciblées – l'emballage, l'agriculture, les loisirs, etc.

Une récente étude de marché présentée par l'association European Bioplastics montre que la capacité de production mondiale des polymères biodégradables et/ou biosourcés était, en 2011, d'environ 1 200 kilotonnes (kt), dont 500 kt pour les polymères biodégradables. Ces chiffres sont à comparer à une consommation mondiale de matières plastiques de 280 000 kt, dont 58 000 kt pour l'Europe, selon Plastics Europe.

Les études prospectives récentes, notamment celle d'European Bioplastics, montrent que ces polymères en très forte croissance resteront, dans les dix prochaines années, des matériaux de niche et ne représenteront qu'un petit pourcentage du marché des matières plastiques. Ils ne sont donc pas destinés à remplacer les plastiques conventionnelles.

Les polymères biodégradables et biosourcés offrent pourtant de nombreux avantages. Ils permettent notamment :

- de développer des architectures macromoléculaires originales qui, pour certaines, seraient difficiles à obtenir par des voies chimiques conventionnelles ;



Ces polymères resteront, dans les dix prochaines années, des matériaux de niche et ne représenteront qu'un petit pourcentage du marché



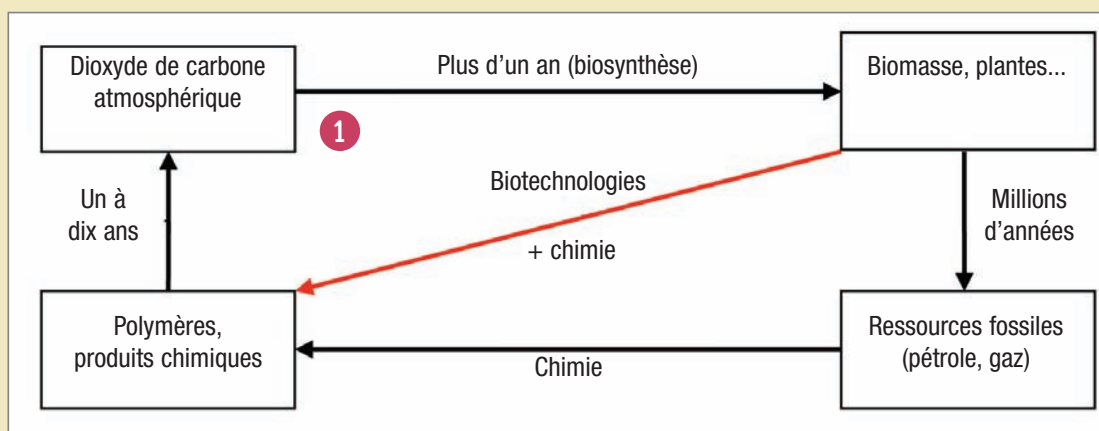
DR

- de proposer une nouvelle fin de vie – même si les matériaux compostables peuvent aussi être valorisés par recyclage classique ;
- d'obtenir des produits à forte valeur ajoutée, participant à la viabilité et à la pérennité de certaines bioraffineries ;
- de répondre aux limitations de ressources pétrochimiques à venir, notamment sur certaines ressources fossiles limitées, comme le pétrole, pourraient ainsi être partiellement remplacées par

des sources renouvelables issues de ressources agricoles ou du milieu marin, tout en participant à la réduction des émissions de dioxyde de carbone.

Dans ce panorama, les évolutions récentes autour des gisements et productions de gaz de schiste brouillent totalement une vision d'avenir qui était déjà complexe.

Sans même prendre en compte la gestion de la ressource hydrique, les ressources agricoles peuvent entrer en compétition avec le domaine ali-



1 Cycle du carbone et voies de synthèse des polymères (directe et indirecte).

Déterminer si un emballage est biodégradable ou compostable

Afin de qualifier de biodégradable ou de compostable un matériau d'emballage, la norme EN 13432:2000 prévoit la réalisation de tests.

• Emballage biodégradable

Les tests sont à réaliser dans un milieu défini (en eau douce, en eau salée, dans le sol) sur une période de six mois maximum. La masse de départ du matériau doit être dégradée à 90 %. Les résidus doivent donc représenter au maximum 10 % de la masse de départ du matériau testé. Le résultat de la biodégradation ne doit pas présenter d'effets écotoxiques sur le milieu.

• Emballage compostable

Les tests sont à réaliser dans un composteur industriel (en andain ou en tas) sur une période de douze semaines maximum. Les résidus doivent représenter au maximum 10 % de la masse de départ du matériau testé. La taille des résidus doit être inférieure à 2 mm (désintégration). Il ne doit pas y avoir d'effets négatifs sur le processus de compostage. Le résultat du compostage ne doit pas présenter d'effets écotoxiques sur le compost.

mentaire. Cependant, il n'existe plus de projet industriel sur les matériaux biosourcés qui ne prenne pas en compte cette origine. De plus, il n'existe pas de réponses toutes faites aux questions sur la ressource amidonnière, protéique ou oléagineuse. De son côté, la ressource ligno-cellulosique (le bois ou la paille, par exemple) présente moins de compétition avec le domaine alimentaire, d'autant que ce sont souvent des coproduits (déchets) d'industries bien établies. Au total, seule une étude longue, approfondie et dialectique, permettrait d'obtenir une vision éclairée, au cas par cas, sur cette problématique.

Biodégradabilité et compostabilité : la fin de vie

Un certain nombre de normes américaines (ASTM D-5488-94d) ou européennes (EN 13432) définissent les termes « biodégradable » ou « compostable », largement utilisés, parfois mal, comme argument de promotion de matériaux dits environnementaux. La norme NF EN 13432:2000 donne ainsi les exigences relatives aux emballages

MIDEST

2013 PARIS

Le N°1 mondial des salons de sous-traitance industrielle



Working together!

19 > 22 NOVEMBRE
Paris Nord Villepinte® - France
www.midest.com

VOUS...
... cherchez une solution performante pour un projet en cours ?
... souhaitez référencer de nouveaux sous-traitants ?
... voulez rencontrer vos fournisseurs en une journée ?
... vous informez des mutations économiques et technologiques ?

Trouvez des réponses efficaces et compétitives en 4 jours de rencontres.

TOUS LES SAVOIR-FAIRE DE LA SOUS-TRAITANCE INDUSTRIELLE MONDIALE EN UN MÊME LIEU
Transformation des métaux / Transformation des plastiques, caoutchouc, composites / Électronique / Électricité / Microtechniques / Traitements de surfaces / Fixations industrielles / Services à l'industrie / Maintenance industrielle 

MIDEST 2012 EN CHIFFRES
■ 1 721 exposants, dont 36 % d'étrangers venus de 46 pays
■ 39 347 professionnels de 78 pays et de tous les secteurs d'activité
■ Près de 100 conférences techniques, stratégiques et économiques.

FOCUS 2013
Afrique du Sud, pays invité d'honneur
Energie, secteur à l'honneur
Les rendez-vous d'affaires
Le plateau TV


Restez connecté !

www.midest.com



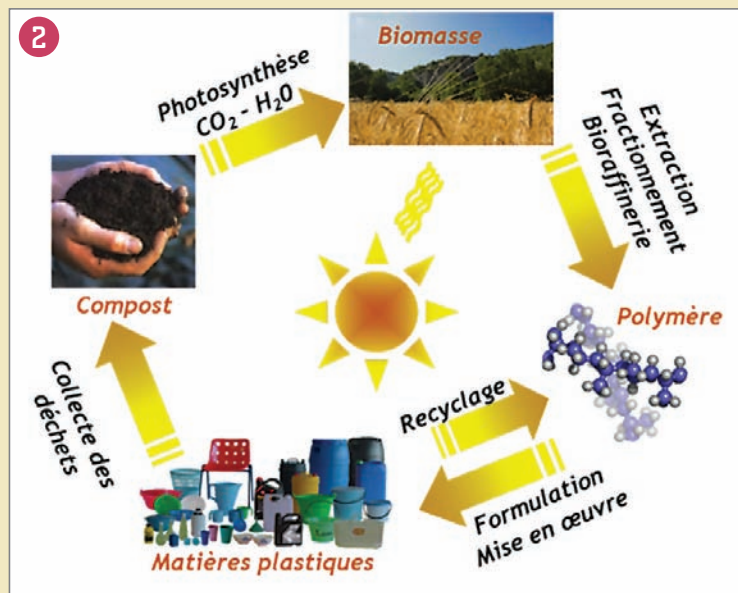
Demandez dès maintenant VOTRE BADGE D'ENTRÉE GRATUIT sur www.midest.com Code: PZ

Reed Expositions

Simultanément à  maintenance expo 2013 

2 Cycle de vie de polymères biodégradables et biosourcés (exemple : l'amidon)

62



14046:2003 et l'ISO 14855:1999, qui traitent de la détermination de la biodégradabilité en compost. Une série de normes permet de définir les conditions d'essai de biodégradabilité suivant le medium utilisé : EN ISO 14851:2004 (aqueux, système aérobie, mesure de l'oxygène consommé), 14852:2004 (aqueux, système aérobie, mesure du dioxyde de carbone dégagé), 14853:2004 (aqueux, anaérobie), 17556:2004 (sol) et 14855:2005 (compost). Tous les tests sont réalisés par comparaison avec un témoin.

DR Il est difficile de comparer les résultats obtenus selon les diverses normes, car les condi-

valorisables par compostage et biodégradation (lire ci-dessus, Déterminer si un emballage est biodégradable ou compostable). La norme NF EN 13432, acceptée par décision de la Commission européenne (2001/524/CE), est une référence dans le domaine. Elle définit la valorisation par compostage et par biodégradation de la façon suivante: « Sous l'action de micro-organismes en présence d'oxygène, décomposition d'un composé chimique organique en dioxyde de carbone, eau, et sels minéraux (minéralisation) avec apparition d'une nouvelle biomasse. En l'absence d'oxygène, décomposition en dioxyde de carbone, méthane, sels minéraux et création d'une nouvelle biomasse. »

Les matériaux et constituants d'emballages d'origine naturelle qui n'ont pas été modifiés par des méthodes chimiques, tels que les ligno-cellulosiques, les amidons, etc., sont reconnus comme biodégradables sans avoir besoin d'être soumis aux essais prévus par la norme correspondante. Ils doivent cependant être caractérisés chimiquement (par identification des constituants, teneur en métaux lourds, en carbone organique, en solides secs, en solides volatils, etc.) et être conformes aux critères de désintégration et de qualité du compost, notamment en écotoxicité des résidus.

La norme NF EN 13432 a servi de base à l'élaboration de la norme NFU 52-001 sur les matériaux biodégradables pour l'agriculture et l'horticulture, qui a pris effet le 20 février 2005. D'autres normes existent pour les matériaux biodégradables. Certaines sont équivalentes, comme la EN

14046:2003 et l'ISO 14855:1999, qui traitent de la détermination de la biodégradabilité en compost. Une série de normes permet de définir les conditions d'essai de biodégradabilité suivant le medium utilisé : EN ISO 14851:2004 (aqueux, système aérobie, mesure de l'oxygène consommé), 14852:2004 (aqueux, système aérobie, mesure du dioxyde de carbone dégagé), 14853:2004 (aqueux, anaérobie), 17556:2004 (sol) et 14855:2005 (compost). Tous les tests sont réalisés par comparaison avec un témoin.

Il est difficile de comparer les résultats obtenus selon les diverses normes, car les conditions de tests (l'humidité, le cycle de température, etc.) varient. Quelques règles générales permettent néanmoins de prévoir l'évolution de la biodégradabilité. Par exemple, une augmentation du caractère hydrophobe, des masses molaires, de la cristallinité ou de la taille des zones cristallines altère la biodégradabilité. Au contraire, la présence, par exemple, de polysaccharides (en cas de mélanges) la favorise.

La biodégradation ou le compostage constitue une des fins de vie de ces matériaux. Comme la plupart des polymères, ils sont recyclables.

Carbone ressourcé ou renouvelable : les origines

Si le caractère biodégradable ou compostable d'un matériau fait référence à sa fin de vie, son caractère biosourcé ou renouvelable fait référence à son origine, notamment à la nature du carbone, alors issu de la biomasse. Ceci est présenté, dans la figure 1, par la voie directe de synthèse (la flèche oblique). La ressource fossile (le pétrole, par exemple) peut être vue comme un intermédiaire séquestrant, qui allonge le cycle du carbone.

Ces polymères peuvent être classés en différentes familles. Ils peuvent être :

- directement issus du fractionnement de la biomasse, tels que les polymères d'agroressources, ou agropolymères (par exemple, l'amidon, la cellulose, les protéines, etc.) et leurs dérivés ;
- obtenus par production microbienne ou fermentation (par exemple, les polyhydroxyalcanoates - PHA) ;
- synthétisés par voie conventionnelle, avec des monomères obtenus à partir d'agroressources



DR

Les polymères à la fois biodégradables et biosourcés s'inscrivent dans une approche de développement durable au travers d'un cycle de vie durable

et/ou par biotechnologie (par exemple, l'acide polylactique – PLA) ;

– obtenus de façon classique, par synthèse chimique à partir de ressources fossiles (par exemple : le polycaprolactone – PCL). La tendance est de remplacer leur source vers la biomasse. C'est le cas du polybutylène succinate (PBS) qui, jusqu'à présent, était majoritairement issu de ressources fossiles.

Ces polymères à la fois biodégradables et biosourcés s'inscrivent dans une approche de développement durable au travers d'un cycle de vie durable (figure 2). On parle d'approche *cradle to cradle* (berceau au berceau), mais aussi de réincarnation du carbone.

Les matériaux compostés permettent d'amender les sols, créant une génération de biomasse qui se retrouvera dans une bioraffinerie, jusqu'à l'obtention ou l'extraction du polymère biodégradable. ■



euromold.

**Salon international du Moulage et de l'Outillage,
du Design et du Développement de Produit**

3-6 décembre 2013

Francfort/Main, Parc des Expositions www.euromold.com

**> 1000 exposants
> 55000 visiteurs
Pays partenaire: Italie**

