

SOLUTIONS POUR LE RECYCLAGE DES COMPOSITES, VEROUS ET OPPORTUNITES

M. Schwander, PEP – Centre Technique de la Plasturgie et des Composites, 2 rue Pierre et Marie Curie, 01100 Bellignat. Téléphone : 04 74 81 92 99, Télécopie : 04 74 81 92 61, Adresse(s) électronique(s) : mathieu.schwander@poleplasturgie.com

Mots clés : recyclage – composites – thermodurcissables – thermoplastiques - biosourcés

1. INTRODUCTION

Afin de répondre aux enjeux environnementaux et de se conformer aux exigences réglementaires, la capacité à recycler les composites est indispensable. La gestion des rebuts de fabrication et des produits en fin de vie pour ces matériaux est compliquée par ce qui fait leur force : l'alliage d'une matrice et d'un renfort fibreux de nature différente. Par ailleurs, en ce qui concerne les composites à matrices thermodurcissables, ils sont souvent simplement présentés comme non recyclables car non fusibles et non solubles.

Pourtant des solutions ont été développées et sont maintenant disponibles, y compris à l'échelle industrielle couvrant différents modes de valorisation (énergétique, matière et mixte). Les principaux procédés de traitement des déchets composites seront présentés en mettant en relation les conditions opératoires et caractéristiques de chacun avec le traitement des composites biosourcés.

2. MODES DE TRAITEMENT DES COMPOSITES

2.1 Classification

Les modes de traitement des déchets - quelle que soit leur nature – sont classés par intérêt croissant selon la valorisation qui en est faite.



Figure 1. Classification des modes de traitement

Définitions principales :

- Valorisation : toute opération dont le résultat principal est que des déchets servent à des fins utiles.
- Recyclage : toute opération de valorisation par laquelle les déchets sont retraités en produits, matières ou substances aux fins de leur fonction finale ou à d'autres fins.

2.2 Broyage

L'action mécanique réduit la dimension du déchet et peut aboutir à une séparation – toutefois partielle - des composants.

Si le type de broyeur utilisé doit être adapté à la nature du matériau et aux dimensions caractéristiques visées pour les produits du recyclage, on aboutit en général à une réduction de la longueur des fibres, synonyme de perte de propriétés mécaniques.

Par broyage, on peut obtenir des fibres, des granulés ou de la poudre. Leur réutilisation peut se faire dans différents types de produits, dont le produit initial :

- Granulés : nouvelle transformation
- Fibres : introduction comme renfort dans ciments ou compounds
- Poudre : ré-introduction comme charge dans compounds

On procède donc à une valorisation matière qui nécessite toutefois un ajustement de la formulation dans le cas des compounds.

Le recyclage par broyage est opérationnel à l'échelle industrielle. Il concerne autant les composites thermoplastiques que thermodurcissables.

2.3 Co-combustion en cimenterie

Dans cette voie de valorisation, on procède à une valorisation énergétique de la fraction organique du composite, celui-ci servant donc de combustible de substitution, et les fibres de verre se retrouvent incorporées dans le ciment. Il s'agit donc d'une voie de valorisation mixte.

La plupart des composites, notamment verre/polyester, peuvent être traités dans cette filière car ils respectent les spécifications d'entrée (composition chimique, pouvoir calorifique ...).

Une filière de traitement a été mise en place en 2010 en Allemagne. En France, des premiers partenariats ont été conclus pour cette voie de valorisation.

2.4 Pyrolyse

Ce procédé consiste à dégrader thermiquement (généralement en atmosphère contrôlée) le composite, les produits obtenus étant :

- Une fraction solide constituée des fibres, dont les propriétés sont inférieures à celles du renfort initial, le taux de perte étant lié à la nature des fibres.
- Une fraction gazeuse, issue de la partie organique.

La pyrolyse constitue donc également un mode de valorisation mixte. Compte-tenu des dégradations de tenue mécanique, les fibres de verre sont plutôt utilisées dans d'autres applications (isolation ...) ; quant aux fibres de carbone, elles sont généralement revendues comme renfort ou charge sous forme de fibres broyées.

Deux sociétés ont développé la pyrolyse à l'échelle industrielle en Europe pour les composites à fibres de carbone.

2.5 Solvolyse

L'objectif de la solvolyse est d'obtenir une dépolymérisation de la matrice et une séparation fibres/matrice par l'action d'un fluide (par ex. eau) en conditions supercritiques. Cette technique a été développée dans une optique de valorisation matière complète :

- par la réutilisation directe des fibres dans de nouveaux composites.
- Par l'obtention de composés chimiques valorisables dans la fraction liquide issue de la dépolymérisation.

Le procédé de solvolyse adapté au traitement des déchets composites existe à l'échelle pilote.

2.6 Revalorisation des renforts secs

Si la principale difficulté consiste à recycler des pièces composites, la problématique de la gestion des déchets concerne également les renforts. En effet, lors de la découpe des fibres, on génère des chutes importantes (généralement 10 à 30%, parfois plus pour des pièces complexes) qui représentent également un gisement non négligeables.

Pour ces produits, la voie la plus simple consiste à broyer le renfort pour obtenir des fibres courtes qui pourront être ré-introduites dans des compounds. Plusieurs développements récents ont toutefois permis d'obtenir de nouveaux renforts 2D.

3. VALORISATION DES COMPOSITES BIO-SOURCES

3.1 Problématiques spécifiques

Ceci implique qu'une valorisation matière ne peut avoir lieu que si le traitement est réalisé à relativement basse température ($< 100^{\circ}\text{C}$) ; on privilégiera donc plutôt des procédés de type broyage. Des essais ont été réalisés sur cette technique avec de bons résultats.

Une deuxième approche consiste à viser uniquement une valorisation énergétique par incinération en exploitant la composition 100% organique du matériau.

3.2 Le projet ENOLIBIO

Le projet ENOLIBIO a pour but d'étudier trois scénarios de fin de vie des biocomposites afin d'apporter des recommandations aux producteurs actuels et à venir de biocomposites.

En ce sens, trois familles de biocomposites les plus représentatives des produits commerciaux actuels ou à venir, ont été sélectionnées dans le cadre de cette étude :

- les biocomposites à matrice biosourcée renforcée par des fibres minérales ou synthétiques,
- les biocomposites à matrice biosourcée renforcée par des fibres végétales,
- les biocomposites à matrice pétrosourcée renforcée par des fibres végétales.

Trois scénarios de fin de vie de ces biocomposites seront évalués et comparés :

- la régénération matière en intégrant des opérations préalables de tri des matières ainsi que la dégradation éventuelle des propriétés des matériaux au cours de cycles de recyclage successifs,
- le compostage industriel,
- l'incinération en vue d'une valorisation sur le plan énergétique.

Les partenaires du projet sont : AG Plast (01), PEP (01), ARMINES/C2MA (30), Pellenc ST (84).

3.3 Perspectives

La plupart des technologies permettant la valorisation des composites sont à un état avancé. Toutefois, la problématique du recyclage des composites bio-sourcées est récente et des travaux sont encore nécessaires pour optimiser les conditions de traitement et obtenir la valorisation des principaux produits présents sur le marché.

4. VERS LE RECYCLAGE EFFECTIF DES COMPOSITES

Le recyclage des composites s'est imposé comme un impératif industriel et environnemental et a fait l'objet de nombreux développements. Toutefois, malgré des avancées scientifiques et techniques ainsi que des développements industriels, recyclable ne veut pas encore dire recyclé.

Sur la base de ce constat, 11 pôles de compétitivité et 3 organismes ont créé le « Comité Recyclage Composites France » (CReCoF) afin de répondre à ces besoins sur la base de deux objectifs :

- Mutualiser les efforts et investissements de R&D pour concentrer les efforts.
- Mettre en place de manière effective une/des filière/s de recyclage des composites.

Le CReCoF s'est doté d'un groupe de travail dédié au recyclage des composites à base d'agro-ressources.

Pour atteindre l'objectif d'un recyclage effectif des composites, la mobilisation de l'ensemble des acteurs (scientifiques, fournisseurs de matière, transformateurs, donneurs d'ordres, gestionnaires de déchets, opérateurs de recyclage) est nécessaire.