

RECYCLAGE MECANIQUE SIMULE EN LABORATOIRE DES THERMOPLASTIQUES ET VITRIMERES : IMPACT DU NOMBRE DE CYCLES SUR LA STRUCTURE ET LES PROPRIETES

Frédéric Addiego ^{*a}, Vincent Boulic ^{a,b}, Pierre Verge ^{*a}, David Ruch ^a

^a Luxembourg Institute of Science and Technology, Structural Composites Unit, 5 Avenue des Hauts-Fourneaux, L-4362 Esch-sur-Alzette, Luxembourg

^b University of Luxembourg, 2 avenue de l'Université, L-4365 Esch-sur-Alzette, Luxembourg

* frederic.addiego@list.lu

Mots-clés : recyclage mécanique, thermoplastique, vitrimère, structure, propriétés

Résumé :

L'augmentation constante de l'utilisation des matières plastiques à l'échelle mondiale soulève des interrogations quant aux scénarios de fin de vie de ces matériaux, pour des raisons environnementales évidentes. La valorisation des déchets plastiques solides par recyclage mécanique apparaît comme l'un des scénarios de fin de vie les plus simples, flexibles, économiques et durables. Ce procédé consiste à collecter, trier, nettoyer, puis retransformer par broyage et réélaboration les déchets plastiques en nouveaux matériaux (granulés ou produits finis), sans modifier la structure chimique de base des polymères.

Cependant, de nombreuses contraintes impactent négativement la structure et les propriétés des matériaux recyclés. En effet, une dégradation du polymère peut avoir débuté avant le recyclage, et les déchets plastiques solides peuvent contenir des composés de faible masse molaire tels que des additifs, des produits de dégradation, des contaminants, ainsi qu'une faible fraction d'autres types de polymères.

Dans un premier temps, il est essentiel de mener des études en laboratoire sur des matériaux modèles afin de mieux comprendre les relations entre le nombre de cycles de recyclage, la structure et les propriétés des matériaux. Cette présentation s'inscrit dans ce cadre, en exposant les principaux résultats de trois études portant sur le recyclage mécanique :

- (i) du polypropylène chargé utilisé dans les pare-chocs automobiles [1],
- (ii) du polylactide vierge et plastifié utilisé dans l'emballage [2],
- (iii) et d'un vitrimère à base de polybenzoxazine, envisagé comme une alternative plus durable aux résines époxy [3].

Les résultats montrent que, dans certaines conditions, le recyclage mécanique de ces matériaux entraîne une dégradation de leur structure chimique (diminution de la masse moléculaire, relargage de molécules) et de leur microstructure (fissuration, modification de la forme des charges), se traduisant par une diminution de leurs propriétés mécaniques en traction par rapport aux matériaux vierges. Les nouvelles connaissances issues de ces études modèles permettent d'optimiser la conception, l'élaboration et le recyclage des matériaux plastiques, dans l'objectif de réduire leur empreinte carbone.

Références :

- [1] : K. Wang ; N. Bahlouli ; F. Addiego ; S. Ahzi ; Y. Rémond ; D. Ruch ; R. Muller, *Polymer Degradation and Stability*, 2013, **98**, 1275–1286
- [2] : B. Brüster ; F. Addiego ; F. Hassouna ; D. Ruch ; J.-M. Raquez ; P. Dubois, *Polymer Degradation and Stability* 2016, **131**, 132–144
- [3] : A. Adjaoud ; D.A. Boina ; V. Boulic ; C. Hesse ; C. Jehl ; C. Ziane ; L. Puchot ; A.S. Shaplov ; D.F. Schmidt ; P. Verge, *ACS Symposium Series*, 2023; **1451**, 49–84.