Amélioration de l'adhésion pour l'impression FDM multi-matériaux polymère par l'utilisation d'additifs biosourcés

Alejandra Lara-Garcia [1,2], Juliana Serna[1,2], Sandrine Hoppe[1], Hakim Boudaoud[2], Cécile Nouvel[1*]

[1] LRGP Laboratoire Réactions et Génie des Procédés, UMR CNRS-Université de Lorraine 7274, 54000 Nancy, France
[2] ERPI Équipe de Recherche sur les Processus Innovatifs (EA 6737), Université de Lorraine, 54000 Nancy, France
*Contact. cecile.nouvel@univ-lorraine.fr

Résumé

Ces dernières années, les procédés de fabrication additive suscitent un intérêt croissant aussi bien en recherche, que dans l'industrie. Ces nouvelles technologies émergentes et en pleine expansion permettent la réalisation des objets par accumulation de couches successives de matière. Le dépôt de fil fondu (Fused Deposition Modeling-FDM) consiste à extruder un filament de polymère thermoplastique (TP) ou d'élastomère thermoplastique (TPE) à travers une tête d'impression mobile et chauffée. Bien que la technologie FDM présente de nombreux avantages, un certain nombre d'obstacles restent à surmonter, comme la conception structurale 3D des objets, la disponibilité en matériaux, la fiabilité et la recyclabilité du procédé... [1-4] Comme pour de nombreux procédés de mise en forme de matériaux polymère, une bonne affinité (notamment entre différentes phases polymère) est primordiale afin d'optimiser l'adhésion interfaciale, et d'obtenir des propriétés mécaniques adéquates pour l'objet imprimé par FDM. Cependant, le phénomène d'adhésion est une problématique encore insuffisamment étudiée sur les pièces imprimées en 3D [3,5,6], et pas étudiée pour les pièces incorporant plusieurs polymères. De plus, aucune étude concernant les propriétés mécaniques des objets imprimés par FDM ne s'intéresse aux problèmes d'adhésion interfaciale.

Ce travail présente une nouvelle solution permettant l'impression FDM de pièces multi-matériaux polymère combinant des zones rigides thermoplastique en acide poly(lactique) (PLA) et des zones flexibles TPE en copolyester. Des additifs biosourcés, promoteurs d'adhésion ont été ajoutés à la formulation des matériaux de base, afin d'améliorer de la compatibilité entre TP et TPE et d'augmenter *in fine* l'adhésion interfaciale entre le TPE et le PLA (TP). Les nouveaux filaments imprimables FDM ont été formulés avec les additifs, puis leur imprimabilité a été évalué ainsi que leurs propriétés mécaniques et thermiques. Les conditions d'extrusion des filaments ont été ajustées afin d'obtenir des filaments de diamètre régulier sans défauts physiques (ex. : bulles) puis leurs conditions d'impression ont été optimisées pour obtenir des pièces mono- et multi-matériaux. En outre, l'adhésion a été évaluée à l'aide d'un test inspiré du test T-peel standard. Certains additifs ont permis d'obtenir une énergie d'adhésion et une Force de pelage PLA/TPE comparable à des interfaces PLA/PLA.

Références

1) N. Guo and M. C. Leu, *Front. Mech. Eng.*, **2013**, 8, 215–243.
2) M. A. H. Khondoker and D. Sameoto, *Conference Paper : 41st Annual Meeting of the Adhesion Society,* **2018**.
3) L. R. Lopes, A. F. Silva, and O. S. Carneiro, *Addit. Manuf.,* **2018**, 23, 45–52.
4) M. Vaezi, S. Chianrabutra, B. Mellor, and S. Yang, *Virtual Phys. Prototyp.*, **2013**, 8, 19–50.
5) S. Singh, *J. Manuf. Process.,* **2017,** 25, 185-200.
6) K. Estelle, D. Blair, K. Evans, and B. A. Gozen, *J. Manuf. Process.,* **2017**, 28, 500–507.