

Prix de thèse CODEGEPR 2025

Utilisation de l'extrusion bi-vis pour des emballages cellulotiques innovants obtenus par injection et thermocompression

FREVILLE Emilien

Docteur de l'Université Grenoble Alpes

Ces travaux de thèse visent à proposer une solution biosourcée, biodégradable et recyclable, dans la filière papier/carton, pour remplacer certains emballages en plastique à usage unique. La stratégie adoptée consiste à utiliser des fibres de cellulose issues de pâtes à papier pour obtenir des produits fonctionnels en trois dimensions, par des procédés traditionnellement utilisés dans la plasturgie, tels que l'extrusion, l'injection et la thermocompression, facilitant ainsi le transfert industriel de la technologie développée. Pour atteindre cet objectif, il a été nécessaire de rendre injectables des suspensions fibreuses à haute concentration afin d'obtenir des matériaux aux propriétés d'usage ciblées (dont les propriétés barrières), en s'appuyant sur une approche multi-échelle et à l'interface de la physico-chimie des suspensions et du génie des procédés. L'association d'un prétraitement mécanique et enzymatique des fibres et d'un traitement mécanique sévère en extrudeuse bi-vis a permis de produire une « pâte » de microfibrilles de cellulose (MFC) concentrée (~ 20 % en matière sèche) aux propriétés optimisées et que l'on peut comparer à celles des suspensions de MFC traditionnelles (~3%). Cette pâte de MFC a ensuite été injectée à la surface d'un objet cellulotique préformé (cellulose moulée), lui conférant des propriétés barrières à l'oxygène et à l'huile. Malgré sa bonne injectabilité due à ses propriétés rhéologiques et les résultats prometteurs obtenus lors de son application en surface, cette pâte de MFC s'est toutefois avérée moins adaptée à la fabrication d'objets 3D massifs. En effet, la quantité d'eau à éliminer lors du séchage était encore trop grande, entraînant d'importants phénomènes de retrait lors du séchage. Le taux de matière sèche de la pâte de MFC a donc été augmenté jusqu'à 50% grâce à une élévation de température lors du traitement en extrudeuse bi-vis. Les propriétés rhéologiques du matériau obtenu, semblable à celles d'une poudre, ont été ajustées par l'addition ultérieure d'un polymère en faible quantité (inférieure à 10 %) ce qui a permis d'atteindre une bonne injectabilité. Après thermopressage, un matériau lisse présentant également des propriétés de barrière à l'huile est obtenu. Cependant, le retrait au séchage restait limitant pour des formes complexes. Pour surmonter cette difficulté, une stratégie disruptive a été adoptée. Les fibres cellulotiques vierges (exclues de prétraitements mécanique ou enzymatique) ont été mélangées simultanément à un polymère aux propriétés lubrifiantes (quantité inférieure à 10%) dans une extrudeuse. Le matériau obtenu après extrusion a pu être injecté dans un moule et séché pour obtenir des objets cellulotiques aux formes tridimensionnelles prometteuses, avec un retrait limité.