HAL open science

Développement de la plastronique 3D vers une utilisation de polymères biosourcés et/ou biodégradables pour l'IME

Caroline Goument, Tony Gerges, Hayet Lakhdar, Philippe Lombard, Bruno Allard, Jean-Yves Charmeau, Michel Cabrera

To cite this version:

Caroline Goument, Tony Gerges, Hayet Lakhdar, Philippe Lombard, Bruno Allard, et al.. Développement de la plastronique 3D vers une utilisation de polymères biosourcés et/ou biodégradables pour l'IME. 49ème Colloque National du Groupe Français des Polymères (GFP), Nov 2021, Lyon (en ligne), France. hal-04069753

HAL Id: hal-04069753

https://hal.science/hal-04069753v1

Submitted on 14 Apr 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Public Domain

Développement de la plastronique 3D vers une utilisation de polymères biosourcés et/ou biodégradables pour l'IME

Caroline Goument[1], Tony Gerges[1], Hayet Lakhdar[2], Philippe Lombard[1], Bruno Allard[1], Jean-Yves Charmeau[3], Michel Cabrera[1]

[1]Univ Lyon, INSA Lyon, Université Claude Bernard Lyon 1, Ecole Centrale de Lyon, CNRS, Ampère, UMR 5005, 69621 Villeurbanne, France

[2]INSA Lyon, département GM Site d'Oyonnax, 85 rue Becquerel, 01100 Bellignat, France

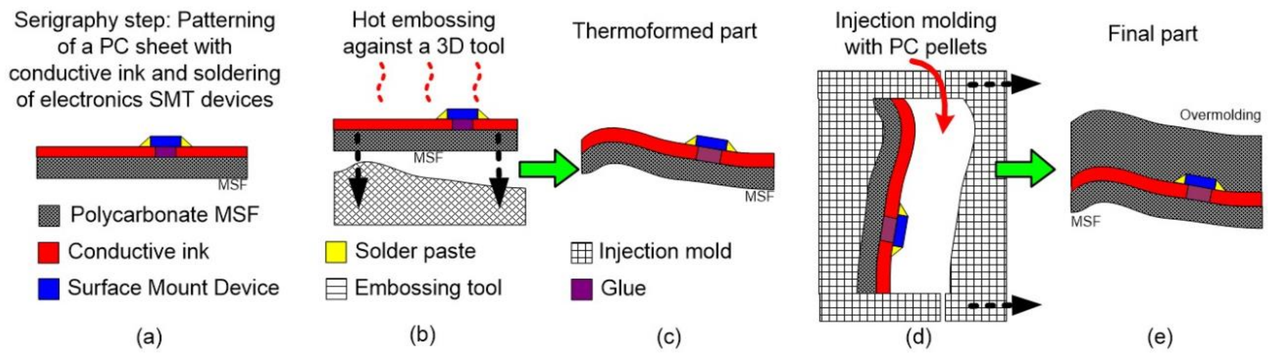
[3]Univ Lyon, INSA Lyon, IMP, UMR 5223, 69621 Villeurbanne, France

Introduction

- Ce poster présente les caractérisations thermique, physico-chimique et mécanique de semi-produits d'acide polylactique (PLA) obtenus par extrusion (PLA 1) et par impression 3D (PLA 2), comparés avec le polycarbonate (PC).
- L'adhésion d'encre conductrice sur PLA est vérifiée et des essais de thermoformage ont été réalisés (aide de la simulation).

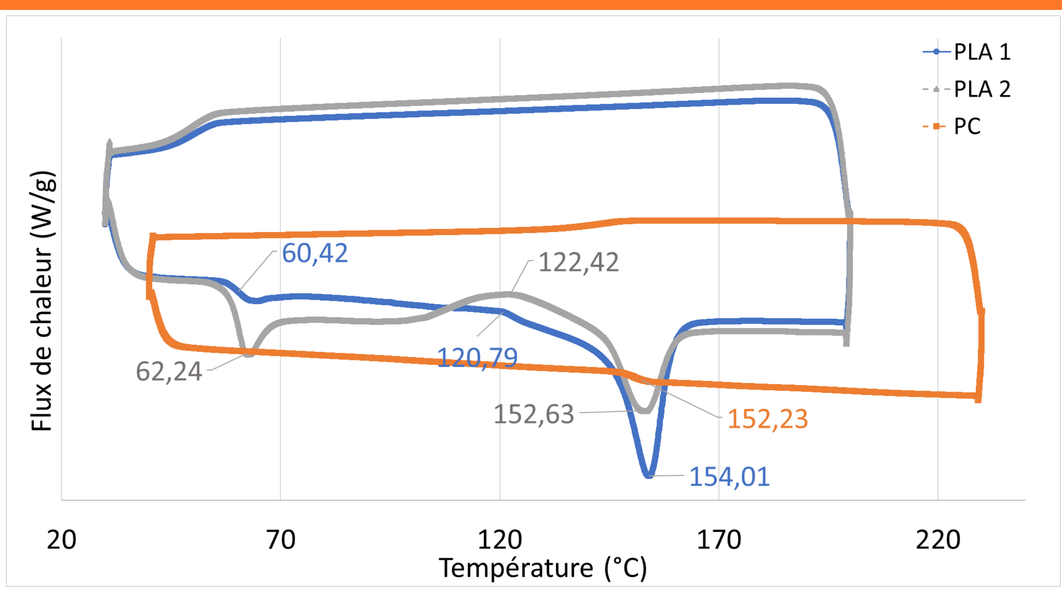
Principe de l'In-Mold Electronics (IME)

- Technologie plastronique 3D[1] associant le domaine de la plasturgie à celui de l'électronique.



- Ce procédé comporte quatre étapes : (a) sérigraphie (dépôt d'encre sur un film polymère), (b) thermoformage (mise en forme du substrat de la 2D à la 3D par chauffe), (c) détourage et (d) surmoulage par injection.
- Le substrat polymère référence en IME est le PolyCarbonate (PC 375 µm).

Caractérisations thermique, physico-chimique et mécanique



Propriétés thermiques obtenues par DSC (T_g et T_f) à une vitesse de 10°C/min.

- PC amorphe et PLA semi-cristallin.
- T_g PLA (60°C) très faible : problématique de l'adaptation du procédé IME à cette contrainte (T_g PC référence à 150°C) .
- Pas de cristallisation en refroidissement mais petite variation exothermique vers 120°C avant la fusion → PLA polymorphe : transition α' (ou δ) vers α et vitesse de cristallisation du PLA extrêmement lente.

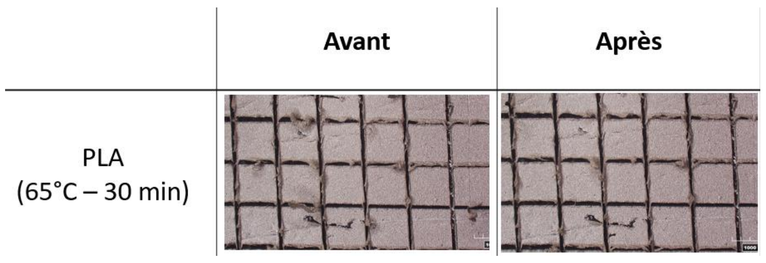
	Energie de surface (mN/m)	Polaire (mN/m)	Résistance à la rupture (MPa)	Allongement à la rupture (%)
PLA 1	37,81 ± 6,32	5,42 ± 2,14	58,93 ± 2,84	3,94 ± 0,23
PLA 2	43,26 ± 4,21	7,06 ± 2,14	59,76 ± 1,20	5,76 ± 0,22
PC	45,83 ± 0,86	1,54 ± 0,72	65,32 ± 1,64	128,67 ± 16,70

Mouillabilité des polymères / Traction selon la norme ISO 527-3.

- Mêmes ordres de grandeur d'énergie de surface (44 mN/m) et de résistance à la rupture (60 MPa) entre PC et PLA.
- La mouillabilité du film polymère peut avoir un impact sur l'adhésion de l'encre conductrice et des composants électroniques en sérigraphie.
- Faible allongement à la rupture des PLA (moins de 10% contre 130% pour le PC) plutôt défavorables à l'IME mais résistance à la rupture proche du PC.

Adhésion d'encre de sérigraphie sur PLA

- Test d'arrachement standardisé à l'aide d'une bande adhésive spécifique (scotch 2525) et d'un outil coupant.

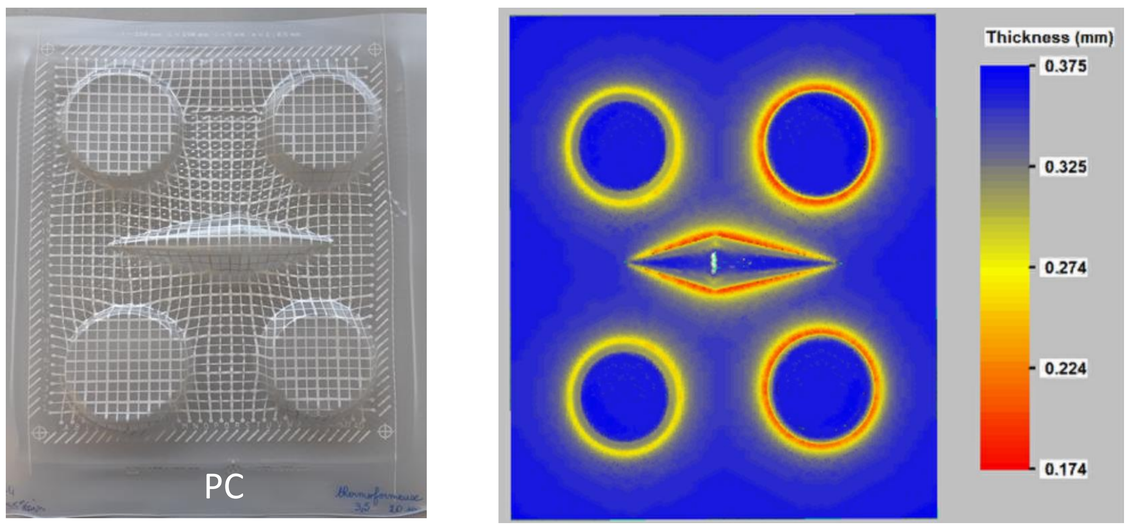


Images obtenues au microscope optique.

- Bonne adhésion de l'encre sur le PLA.
- Adhésion démontrée quelle que soit la méthode de mise en forme du substrat et sa rugosité surfacique initiale (photos non présentées ici).

Thermoformage

- Utilisation de moules de forme bouton et cône et d'une grille sérigraphiée sur toute la surface du film polymère pour observer les déformations au cours du thermoformage.



PC thermoformé et simulation T-SIM avec semi-produit PC :
zones bleues = épaisseur la plus grande, zones rouges = épaisseur la plus fine.

PLA 1 thermoformé selon la même méthode que le PC ci-dessus.

- Bonne mise en forme du PLA au cours du thermoformage : pas de déchirures du substrat.
- Grilles : grandes déformations, cohérence avec la simulation du PC.

Conclusion

- Bonne adhésion de l'encre conductrice sur le PLA.
- Premiers résultats encourageants pour l'utilisation de PLA en IME.
- L'optimisation des paramètres du procédé IME est essentielle pour favoriser l'utilisation du PLA. Une difficulté reste que la Tg du PLA est très inférieure à la température de recuit des encres utilisées en IME. Le recuit à une certaine température est nécessaire pour avoir une bonne conductivité électrique.

Travaux futurs

- Impact des traitements thermiques sur la cristallinité du PLA et leurs conséquences sur les propriétés mécaniques du polymère.
- Optimisation des protocoles de recuit des encres de sérigraphie.
- L'étape finale de surmoulage par injection sera prochainement réalisée, avec l'appui de la simulation.

[1] J. Franke, Three-dimensional molded interconnect devices (3D-MID): materials, manufacturing, assembly, and applications for injection molded circuit carriers. Munich : Cincinnati, OH: Hanser Publishers ; Hanser Publications, **2014**.

Pour toutes questions/commentaires : caroline.goument@insa-lyon.fr