



Footprint inc. évalue la recyclabilité des impressions 3D par extrusion de granulés

06 juin 2024, 11:20

Henri Appeldoorn
David Gay

Footprint inc. est une société d'impression 3D grand volume qui se concentre sur les matériaux durables et circulaires. Pour soutenir cette mission, l'organisation voulait permettre aux clients de renvoyer leurs pièces personnalisées, afin qu'elles puissent être réutilisées comme matières premières pour de nouvelles impressions. Ceci exigeait une compréhension approfondie du processus de recyclage : impliquerait-il un simple broyage, ou des étapes supplémentaires, comme l'extrusion ou l'ajout d'additifs, seraient-elles nécessaires ? Footprint inc. s'est associée à Sirris pour tester l'ensemble de la chaîne.

Un processus de recyclage complexe

Dans son processus d'impression, Footprint inc. privilégie les polymères, qui lui permettent de travailler avec une variété de matériaux durables et biosourcés. Le **recyclage des polymères renforcés de fibres** est toutefois complexe. C'est d'autant plus le cas lors de l'utilisation de fibres biologiques, qui ont tendance à se carboniser et à se dégrader aux températures d'impression.

Pour évaluer correctement leur recyclabilité, Sirris a aidé Footprint inc. à concevoir et à mettre en œuvre **un processus d'essai d'extrusion de granulés**. Les deux partenaires ont imprimé des

pièces de démonstration et des échantillons, broyé les échantillons, retraité le polymère broyé à des fins de recyclage et évalué leurs performances, ainsi que leur capacité de traitement et d'impression.

Essai de deux matériaux

UPM : problèmes d'alimentation et débit irrégulier

Le matériau de base pour le processus d'essai était l'UPM, un composé granulé de PLA (acide polylactique) rempli à 20% de fibres de cellulose. Les pièces imprimées ont été **broyées en deux lots** (broyats tubulaires et paillettes), qui ont ensuite été mélangés avant d'être retraités.

Malheureusement, les essais d'extrusion avec ces matériaux broyés ont entraîné des instabilités de processus, avec pour conséquence un débit de matière variable. L'**amélioration de la forme des granulés** a permis de fluidifier le flux de granulés vers l'extrudeuse, mais n'a pas entraîné d'amélioration du comportement d'impression. L'**ajout de polymères vierges** (jusqu'à 33%) s'est lui aussi avéré infructueux.

L'étape suivante a consisté à **tester l'écoulement du polymère vierge et du polymère recyclé** à une température et à une vitesse de vis constantes. Le polymère vierge présentait un débit fiable et un processus d'extrusion avec une moyenne, une médiane et un écart type extrêmement faibles (en termes de grammes de matériau imprimé par minute). Le polymère recyclé s'est par contre révélé beaucoup plus incohérent. Les nombres moyen et médian de grammes par minute étaient respectivement jusqu'à 37% et trois fois inférieurs à ceux du polymère vierge. L'écart-type était trois à quatre fois plus élevé.

PLA 3D870 non chargé : améliorations et pertes de performances attendues

Footprint inc. et Sirris ont alors décidé de répéter le test d'écoulement avec un **matériau sans fibres** : le PLA 3D870 non chargé. Il s'agit d'une qualité de PLA biosourcée qui présente des performances mécaniques et une température de transition vitreuse élevées. Des échantillons de résistance à la flexion ont été imprimés à partir de matériaux vierges et de matériaux à 100% recyclés.

Les échantillons ont montré des améliorations substantielles de la stabilité par rapport à l'UPM, si bien que la réutilisation n'exigerait pas de mélanges complexes ou d'étapes de retraitement supplémentaires. Ils ont toutefois présenté une perte de performance d'environ 20%, probablement imputable à **un débit de matière fondue plus élevé après la première transformation**. En outre, leur **couleur naturelle avait tendance à se dégrader**. Ce problème pourrait toutefois être résolu par l'utilisation de pigments.

L'**écart type** de l'échantillon mécanique entre l'UPM vierge (4,64%) et le 3D870 vierge (5%) était très similaire. Après recyclage, cependant, l'écart-type est passé à 23,18% pour l'UPM et à 8,67% pour le 3D870. Le **débit de** l'UPM a présenté des variations significatives après le recyclage (jusqu'à 60%), tandis que celui du 3D870 a culminé à 14%.

Suivi

Le projet a permis d'obtenir des **informations précieuses sur l'impact des fibres** sur les polymères et leur processus d'extrusion après l'impression et le broyage. L'impression d'UPM recyclé a produit un flux irrégulier, probablement dû à la dégradation des fibres, mais cela n'a pas

encore été confirmé définitivement. Le PLA non chargé a affecté le processus d'extrusion dans une moindre mesure.

Ceci a démontré que la restauration des propriétés d'origine des matériaux exigerait plus qu'un simple traitement mécanique. Toutefois, ces matériaux réutilisés pourraient encore **convenir à des applications dont les exigences de qualité sont moindres**.

Par conséquent, Footprint inc. évitera autant que possible les matériaux renforcés de fibres et donnera la priorité aux mono-matériaux. Footprint inc. et Sirris **poursuivront** leur collaboration afin de déterminer si certains matériaux sont mieux adaptés au recyclage mécanique et d'étudier comment les paramètres d'impression affectent la dégradation et la recyclabilité des polymères.

Nos experts pour ce projet d'innovation

[Henri Appeldoorn](#) and [Matthieu Dallenogare](#)

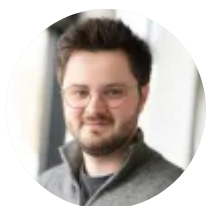
Rapport annuel 2023 : Encore une année pleine d'innovation !

2023 a été pour Sirris une année de changements, mais surtout une année d'innovation et d'optimisation. Plus de 1 200 projets d'innovation ont été achevés, et une sélection de 13 cas industriels est présentée dans notre rapport annuel. Et enfin, n'oublions pas notre avancée vers l'IA générative, qui a vraiment changé la donne...

Curieux d'en savoir plus ?

[Lisez le rapport annuel complet ici](#)

Auteurs



Henri Appeldoorn



David Gay