

PLASTURGIE

Cinq procédés qui dopent la production de polymères

Bioplastiques, régulation thermique, texturation de surface... Le Centre technique industriel de la plasturgie et des composites (IPC) élabore des procédés novateurs pour les polymères de demain. Créé en 2016 et réparti sur sept sites entre Oyonnax (Ain) et Alençon (Orne), il propose un accompagnement financier et technologique à l'industrie française, en particulier les TPE et PME. Situé à l'interface entre la recherche et les professionnels de la plasturgie, il soutient des projets, parfois d'envergure européenne, pour

favoriser l'innovation et encourager la collaboration entre ces deux parties. En résultent de nouveaux procédés, certains attendant leur transfert dans l'industrie, d'autres arrivant à maturité. Ils répondent à des problématiques comme la recyclabilité, la conception de matériaux biosourcés performants et la fonctionnalisation sans ajout de matière. Ces cinq innovations en développement à l'IPC rejoindront bientôt les ateliers de plasturgie. ■

Frédéric Monflier

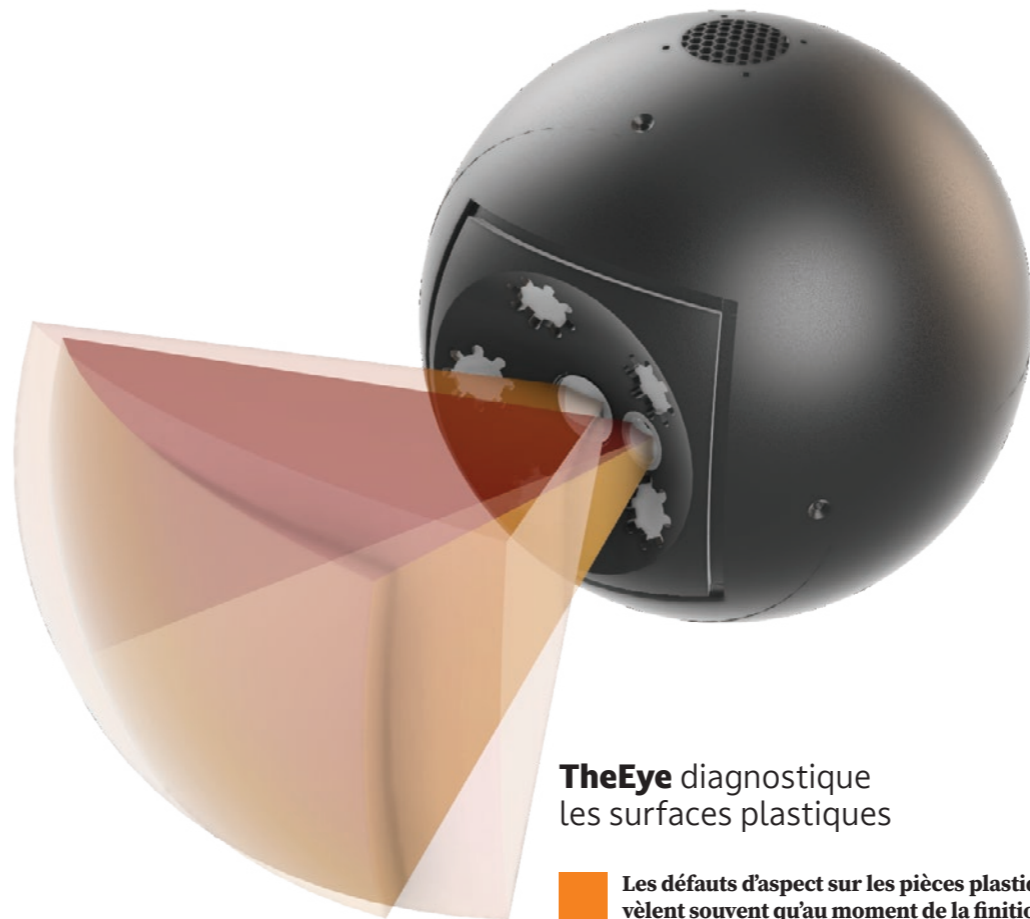
miques, barrières...) inférieures à celles des plastiques pétrosourcés.

«De plus, les polymères biosourcés sont sensibles aux procédés de transformation conventionnels utilisés en plasturgie. Avec un temps de séjour trop important, des températures élevées ou un fort taux de cisaillement, ils se dégradent principalement par scission de chaînes polymères», indique Valentin Thoury, le responsable adjoint du service de développement des matériaux à l'IPC. Autre verrou technique: les propriétés barrières difficiles à atteindre. D'où la nécessité de concevoir des procédés innovants pour que ces plastiques biosourcés soient au moins aussi performants que les plastiques à base de pétrochimie. En Europe, la recyclabilité et la biodégradation sont des critères importants, particulièrement en France, pays dépourvu de filière de recyclage spécifique.

Pour y parvenir, l'IPC et le consortium ont sélectionné l'acide polylactique (PLA), qui a l'avantage d'être biodégradable, répandu et transparent. Puis ils ont élaboré une méthode d'assemblage mono-matériau pour bonifier ses propriétés barrières aux gaz: l'alternance de couches de deux types de PLA, se différenciant par leur orientation et leur taux de cristallinité. Par démultiplication, 1 024 couches peuvent ainsi être empilées sur une épaisseur de 50 micro-

mètres. «Les structures cristallines sont alors confinées sur une échelle nanométrique, ce qui a pour effet d'améliorer l'étanchéité du film», explique Valentin Thoury. Ce procédé de co-extrusion multi-nanocouche se concrétise par une ligne pilote, installée à Alençon dans les locaux de l'IPC. «Nous produisons aujourd'hui des films de 30 centimètres de largeur et visons 70 centimètres, confie Valentin Thoury, ce qui nous rapprocherait des besoins des producteurs de films pour l'emballage.» Les autres débouchés sont l'optique et l'électronique, où l'on parvient à alterner des couches isolantes et conductrices en ajoutant des charges minérales à la formulation.

Projet Sealive
Coordination Itene (centre technique espagnol)
Enjeu Renforcer les propriétés des plastiques biosourcés
Résultat Ligne pilote pour la co-extrusion multi-nanocouche



TheEye diagnostique les surfaces plastiques

Les défauts d'aspect sur les pièces plastiques ne se révèlent souvent qu'au moment de la finition, après l'application de la couche de peinture par exemple.

L'idéal serait de les détecter dès la sortie de la machine de mise en forme, typiquement la presse à injecter, afin que le processus soit corrigé plus en amont. Mais la tâche est complexe car la pièce, non stabilisée, subit des retraits dimensionnels pendant son refroidissement.

Ce défi a été relevé par l'université Savoie Mont-Blanc, en partenariat avec l'IPC et Plastic Omnium. Dans le cadre du projet Système autocorrectif pour la production zéro défaut de pièces plastiques (Sapristi), qui a duré trois ans, un doc-

Le capteur The Eye, qui repose sur l'imagerie et le machine learning, peut inspecter la pièce «chaude» extraite de la presse à injecter.

torant a développé le capteur de contrôle de qualité The Eye, capable d'inspecter la pièce «chaude» extraite de la presse à injecter. The Eye produit simultanément des représentations thermiques et polarimétriques analysées par un réseau de neurones. «Ces images sont corrélées avec l'état final de la pièce tel qu'il a été noté par des opérateurs humains, explique Éric Pairel, enseignant-chercheur à l'université Savoie Mont-Blanc. Grâce au machine learning, ce réseau de neurones apprend à percevoir les défauts les plus subtils.»

S'il le faut, la pièce, encore mono-matière à ce stade, est ainsi rebutée et recyclée plus tôt et plus aisément. The Eye, dont le troisième prototype est en cours de construction, est aujourd'hui expérimenté dans l'industrie du luxe en Suisse. L'incubation est soutenue par Linksium, une société accélératrice de transfert technologique, et aboutira à la création d'une entreprise.

L'IA de The Eye étant également nourrie par des paramètres du procédé, elle permettra de corriger ces derniers si un défaut est détecté. «Mais nous n'en sommes pas encore là», admet Éric Pairel. L'IPC, de son côté, étudie pour ce faire l'intégration de capteurs dans la machine – et à l'intérieur du moule lui-même – ainsi que le diagnostic des défauts. Un travail sur la connectivité et l'interopérabilité qui n'est pas facilité par l'ancienneté des machines et la réticence des fabricants à partager les données.

Projet The Eye
Coordination Université Savoie Mont-Blanc
Enjeu Détecter les défauts d'aspect pour anticiper l'éventuel rebutage
Résultat Capteur bimodal associé à un réseau de neurones

Sealive renforce le biosourcé

Lancé en octobre 2019 pour une durée de quatre ans, le projet Sealive vise la mise au point de matériaux plastiques biosourcés, biodégradables ou recyclables, donc non polluants, contrairement aux plastiques usuels. Financé par l'Union européenne, il implique 24 partenaires: des laboratoires de recherche (CNRS et CEA en France), des centres techniques, dont l'IPC et son homologue espagnol (Itene), ainsi que des TPE, PME et de grands industriels comme CNG Emballages en France.

Membre du consortium, la start-up espagnole Venvirotec parvient par exemple à produire du polyhydroxyalcanoate (PHA) à partir de déchets organiques. Mais, en l'état, ces plastiques biosourcés ne répondent pas au cahier des charges de l'industrie, à cause de leurs propriétés (mécaniques, ther-

Meteor Plast mélange les matières thermosensibles

Lors de leur passage dans une extrudeuse, les polymères thermosensibles, dont les biosourcés et les recyclés, voient leurs propriétés se dégrader en dessous du seuil toléré. Un problème pour les transformateurs et surtout les recycleurs, confrontés en plus au vieillissement de la matière première.

Pour le résoudre, le projet Meteor Plast, financé par la Direction générale des entreprises, s'est concentré entre 2012 et 2015 sur la modification des processus habituels, dont l'additivation. Il a abouti au développement d'un mélangeur à écoulement élongationnel, assemblé à une extrudeuse. «Le mélange est réalisé sans contrainte mécanique,

ce qui réduit l'auto-échauffement ou encore le cisaillement, explique Skander Mani, le responsable du programme de recyclage à la R&D sur l'économie circulaire de l'IPC. La géométrie du fourreau, à elle seule, homogénéise la matière. On obtient des granulés avec les propriétés recherchées.»

Ce procédé, breveté, est à l'œuvre dans la ligne pilote Meteor à Alençon. Il s'inscrit désormais dans le projet européen FlexFunction2Sustain, débuté en avril 2020 pour une durée de quatre ans, dont l'objectif est d'accélérer l'industrialisation des innovations pour les plastiques durables. Régulièrement actualisée, cette ligne produit des films à base de matière biosourcée ou recyclée. De quoi retenir l'attention de l'allemand Hueck Folien, qui voudrait s'assurer de la recyclabilité de ses étiquettes anti-contrefaçon, employées dans l'industrie pharmaceutique notamment.

Nouveau défi: la fabrication de films mono-couches et dotés de fonctions barrières, à partir de films multi-couches plus difficiles à revaloriser. C'est l'objet du projet européen Cimpa coordonné par l'IPC, dont les producteurs de films Barbier et Leygatech sont parties prenantes.

Projet Meteor Plast
Coordination Fraunhofer FEP, IPC
Enjeu Produire des polymères thermosensibles sans dégrader leurs propriétés
Résultat Ligne pilote pour l'extrusion et le recyclage des matières biosourcées et recyclées

GILLES DENNLER
Directeur de la
recherche à l'IPC



« Les appels à projets
représentent de
belles opportunités
pour les PME »

**Quelle est la situation de la R & D
dans la plasturgie en France ?**

Elle est inégale car elle dépend de la taille des entreprises, dont la médiane est inférieure à dix personnes. Les petites entreprises ont peu de ressources à réserver à l'innovation, qui se concentre donc dans les ETI et les grands groupes. Par ailleurs, certains secteurs, dont les produits ont une faible valeur ajoutée, rechignent à engager des moyens en R & D. C'est le cas des petits fabricants d'emballages. L'IPC a été créé pour accompagner ces profils de sociétés dans le processus d'innovation.

Quels sont vos leviers d'action ?

Nos activités collectives de recherche et d'innovation se destinent aux industriels assujettis à la taxe fiscale affectée (TFA). Cette démarche mutualiste implique plusieurs entreprises et profite à l'ensemble. Chaque année, après le vote des bénéficiaires, une quinzaine d'actions sont conduites. La prestation de services – développement de produits et procédés, tests en laboratoire... – s'adresse à toutes les entreprises, qui sont alors propriétaires des résultats. Enfin, les projets collaboratifs, menés en partenariat avec des industriels, s'appuient sur des subventions publiques, françaises ou européennes. L'IPC participe actuellement à 23 projets européens. C'est notre force.

**La période est-elle propice
à l'innovation ?**

À la suite des plans France Relance et France 2030, de nombreux appels à projets ont été lancés pour promouvoir la recherche. On peut citer Objectif recyclage plastiques (Orplast) 3, lancé par l'Ademe et doté de 140 millions d'euros afin que la production intègre davantage de matière recyclée. Les plasturgistes doivent se saisir de cette opportunité et peuvent se rapprocher de notre centre technique, qui les aidera à monter leur dossier.

Propos recueillis par F.M.

**Himalaia agit sur les
surfaces à l'échelle nano**

**Les surfaces des pièces plastiques
sont le plus souvent fonctionnalisées
par l'application de revêtements ou de
verniss, qui leur offrent par exemple une résis-**

tance aux rayures. Mais cette matière supplé-
mentaire complexifie le recyclage ultérieur. L'idée de la remplacer par une technique de texturation de surface, apportant les mêmes fonctions, a motivé le projet européen Himalaia, terminé en mars 2021.

Quelles textures permettent d'obtenir les propriétés souhaitées? Comment les réaliser? Voici les deux grandes questions auxquelles ont tenté de répondre les neuf partenaires concernés, parmi lesquels l'IPC, le CEA, des universités anglaises et des industriels (CRF, Albéa...). En premier lieu, la fonction recherchée dépend essentiellement des dimensions de la structure texturée, de quelques dizaines de micromètres à quelques centaines de nanomètres seulement.

Une fonction anti-rayures s'obtient à partir de quelques dizaines de micromètres, tandis qu'une surface hydrophobe demande une structure plus fine et complexe. «Malgré le développement de quelques modèles, l'empirisme domine, reconnaît Lionel Tenchine, le coordinateur opérationnel de recherche sur les produits à haute valeur ajoutée à l'IPC. Par ailleurs, la matière plastique elle-même a une influence sur les propriétés.»

Quant à la réalisation de ces textures, le choix s'est porté sur un procédé durant l'injection, sans étape supplémentaire, afin de réduire le coût. Le suisse GFMS et l'université de Birmingham ont employé un laser pour

graver ces motifs de surface sur le moule. L'IPC, de son côté, s'est attelé à optimiser l'injection pour dupliquer les textures de l'acier sur le plastique. «Une nouvelle technique chaud-froid permet de lutter contre le refroidissement rapide de la matière et d'améliorer la qualité de reproduction», détaille Lionel Tenchine.

Ces moyens techniques, situés à Oyonnax sur le site de l'IPC, sont aujourd'hui à disposition des industriels, qui peuvent y tester de nouvelles matières ou textures. Ce procédé a du potentiel dans l'automobile (surfaces anti-rayures et anti-couinements), l'emballage et même l'orthodontie, en quête d'appareils dentaires antimicrobiens. Fournisseur d'emballages cosmétiques, Albéa l'a expérimenté sur un tube de rouge à lèvres qui s'irise sans ajout de pigments.

L'industrialisation n'est pas encore à l'ordre du jour. «Mais les experts en décoration et processus touchent du doigt des technologies en devenir, note Yannick Molmèret, l'ancien chef du projet chez Albéa. Cette veille technologique et le réseautage avec des scientifiques sont toujours intéressants sur le long terme.»

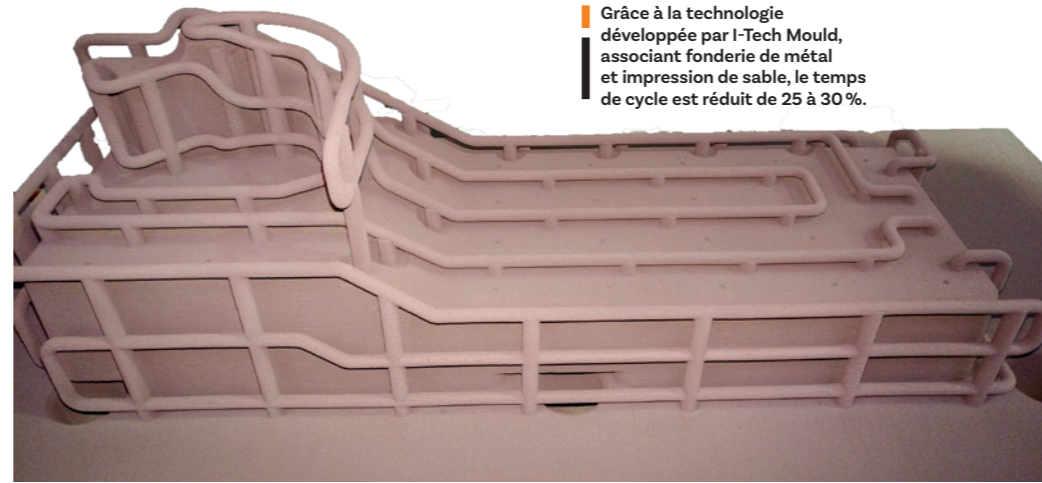
Projet Himalaia
Coordination IPC
Enjeu Fonctionnaliser les surfaces plastiques par texturation
Résultat Plateforme technique pour des tests

Avec la technique de régulation thermique mise au point à l'IPC (à gauche), la duplication de la texture de l'acier à la surface plastique s'améliore.



ALICONA

Grâce à la technologie développée par I-Tech Mould, associant fonderie de métal et impression de sable, le temps de cycle est réduit de 25 à 30%.



DR.

**I-Tech favorise la régulation
thermique des moules**

Dans un moule de thermoformage, le principe du «conformal cooling», c'est-à-dire de canaux hydrauliques placés au plus près de l'empreinte du moule, permet de réguler les échanges thermiques.

La pièce plastique est ainsi refroidie de façon uniforme. Moule et canaux peuvent être fabriqués d'un bloc à l'aide de la fusion laser de poudre métallique, mais leur taille ne va pas au-delà d'une trentaine de centimètres, correspondant à la largeur de l'imprimante 3D.

Pour s'affranchir de cette limite, les fabricants de moule coulent l'aluminium sur des tuyaux d'acier, dans lesquels circulera l'eau. «Mais un tube d'acier ne se cintre pas comme souhaité, admet Thierry d'Allard, le PDG de Stylmonde, thermoformeur de pièces techniques. La régulation thermique, dont la qualité est un vrai sujet dans le métier, est imparfaite.»

Elle s'améliore grâce à la technique combinée de la fonderie de métal et de l'impression de sable, fruit du projet I-Tech Mould achevé en 2018. «Le sable est d'abord imprégné de résine assurant son maintien, puis le métal est coulé pour la fabrication du moule, explique Roman Le Goff, le responsable des programmes numériques à l'IPC. Une fois la résine et le sable chassés, le circuit d'eau est formé.» Sa géométrie coïncidant avec celle de l'empreinte, il accélère le refroidissement. «Le temps de cycle est écourté de 25 à 30%», confirme Thierry d'Allard, satisfait de son expérimentation, bien qu'il pointe une mise en œuvre plus onéreuse.

Autres bénéfices du procédé: plusieurs moules peuvent être assemblés bout à bout pour fabriquer de longues pièces sans nuire à la régulation thermique et le moule obtenu par fonderie ne requiert pas d'usinage. Le logiciel d'IPC, qui calcule la conformation idéale du circuit d'eau, est disponible auprès des industriels.

Projet I-Tech Mould
Coordination Arrk Shapers
Enjeu Améliorer la régulation thermique des moules
Résultat Technique fondée sur l'impression de sable et la fonderie de métal

La base de données de l'industrie et de ses décideurs

Nouvelle
version en ligne
7 JOURS DE TEST
GRATUIT



**LES NOUVEAUTÉS DE VOTRE OUTIL
DE PROSPECTION COMMERCIALE**



**UN NOUVEAU MOTEUR
DE RECHERCHE**



**DES ALERTES
PERSONNALISÉES**



**DES EXPORTS
AU FORMAT EXCEL**



**UN DESIGN SIMPLE
ET ÉPURÉ**

industrie-explorer.com

01 77 92 96 94 info.ie@infopro-digital.com