

COLLOQUE

« Les matériaux polymères pour la fabrication additive : réalités et perspectives » à l'INSA Lyon les 23 et 24 mars 2016

Ce colloque de deux jours, principalement consacré aux matériaux, a regroupé environ 110 participants de 60 entités différentes, avec une répartition équilibrée entre académiques et industriels. Il est à noter également une bonne représentation des différents domaines d'applications, de l'automobile à l'industrie du luxe en passant par le médical et l'électrotechnique.

Il a été le fruit de la collaboration entre la SFIP, la SIA, INSA Lyon et Mines Douai.

Introduit par une conférence d'ouverture plénière, ce colloque était ensuite composé de trois sessions : physique de la transformation et

modélisation, formulation et optimisation des matériaux pour terminer par les applications et perspectives.



La conférence d'ouverture par **Cyril Pelaingre** du CIRTES a présenté très clairement les sept familles de procédés adaptés aux polymères. Des normes existent pour les spécifier. On peut souligner qu'une partie des brevets de ces procédés, qui datent des années 1980, tombent maintenant dans le domaine public:

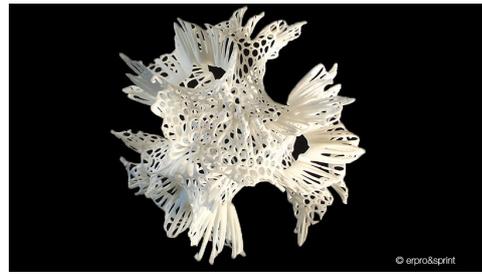
- La photopolymérisation : par laser ou masquage : précis, mais peut donner des déformations,
- La projection de poudre : possibilité d'imprimer des pièces complexes, mais temps de cycle long,
- La projection de liant : rapide, support inutile, mais aspect de surface moyen,
- Le frittage de poudre (SLS) : excellentes propriétés mécaniques, mais forte porosité et déformation due aux contraintes internes,
- La « Direct Energy Deposition » : excellentes propriétés mais impossible de réaliser des pièces complexes,
- Sheet lamination : robuste et bon marché, mais qualité de surface limitée,
- L'extrusion de matière (FDM) : l'une des technologies les plus populaires. Peu coûteuse mais qualité de surface et précisions limitées.

◆ La **première session** dédiée à la **physique de la transformation et la modélisation** a débuté par trois présentations universitaires.

Pour **Claire Barrès** et **M'hamed Boutaous** de l'INSA Lyon, et **Gilles Régnier** de l'ENSAM, les paramètres majeurs à surveiller en technologie SLS sont : la cinétique de cristallisation, la viscosité, la morphologie des poudres. En conséquence, la porosité sera la propriété résultante la plus importante. Il est à noter la quasi impossibilité de d'utiliser cette technologie SLS pour les polymères amorphes.

Frédéric Roger de Mines Douai a ensuite présenté le projet Fatima utilisant deux technologies : le FDM et la Freeformer d'Arburg. Des modèles de simulation et des analyses morphologiques ont été présentées pour illustrer ces technologies.

Les industriels prenaient ensuite le relais pour présenter leurs visions de ces phénomènes : le design paramétrique, technologie très futuriste proposée par **Cyrille Vue** de ERPRO, permet l'impression de formes complexes réalisables uniquement par « additive manufacturing ». Leurs applications vont de la mode à l'architecture ou au médical.



Retour sur terre... ensuite avec **Arnaud Guedou** de Prodways pour une technologie et une famille de polymères particulières : les résines chargées céramiques et le flashage par lampe DLP. Ce procédé permet après déliantage l'obtention de céramiques avec une densité à 98% du nominal, le tout avec un excellent état de surface.

Pour clore cette première session, **Séverine Brétéché** de Arburg nous a présenté les avantages de la nouvelle Freeformer, pouvant utiliser des granulés thermoplastiques classiques. Une méthode de qualification existe pour des nouveaux matériaux.

◆ La **seconde session** dédiée à la **formulation et optimisation des matériaux** a débuté avec trois présentations universitaires.

Les deux premières présentations ont en commun l'amélioration des propriétés au choc et à l'usure des substrats :

Samuel Kenzari de l'Institut Jean Lamour de Nancy nous a montré l'intérêt des quasicristaux incorporés en tant que charges dans des polyamides 6, 10 11 et 12 par SLS. Les avantages en sont les excellents comportements anti adhérents et à l'usure, avec une faible conductivité thermique. Des pièces industrielles sous capot moteur peuvent ainsi être réalisées.

Ensuite, **Olivier Lame** de l'INSA Lyon nous a présenté le procédé « Cold Spray » de projection de PE « Ultra High Molecular Weight » par un dispositif convergent – divergent. Ces très longues chaînes macromoléculaires donnent un comportement anti choc qui est utilisé en balistique, et comme anti usure.

Retour ensuite au procédé FDM avec **Jérémy Soulestin** de Mines Douai, qui nous a présenté les apports de la fibrillation du PLA en phase dispersée. Les avantages en sont une amélioration du seuil d'écoulement, mais également de la fragilité.

La seconde partie de cette session a été réservée aux présentations de six fournisseurs industriels : Stratasys avec **Eynat Matzner** a proposé un produit très innovant : le passage des multimatériaux sous forme « discrète » à la variation continue des couleurs et des propriétés. Pour la couleur, il est possible d'imprimer en 3D une photo complète. On peut envisager de faire de même avec d'autres propriétés comme la conductivité, ou la porosité.

Ilias Iloupoulos d'Arkema a proposé, pour la technologie SLS, en plus des PA 11 et 12 classiques, un thermostable : le PEKK. Les applications de ce thermostable sont avant tout aéronautiques ou en recherche pétrolière, au vu de son excellente tenue chimique, thermique et au feu.

Thierry Coupin de Total a indiqué que sa société avait lancé un projet de R&D sur l'adaptabilité de leurs produits, polyoléfinés en particulier, à la fabrication additive. Les principaux problèmes à résoudre sont l'adhésion inter-couches (couches de 200 µm), le retrait/gauchissement et l'aspect. Ils ont développé un PP spécial apte à la mise en œuvre par la technologie SLS.

Fabien Resweber de MCPP nous a ensuite présenté, pour application FDM et SLS une gamme d'élastomères à bases polyesters et styréniques, avec le plus classique PLA.

Charlotte Basire de Solvay a proposé pour la technologie SLS des polyamides PA6 chargés, possédant des propriétés proches des PA6 GF20, permettant des tests mécaniques et thermiques fonctionnels.

Cette seconde session s'est terminée sur un exposé de **Jan Willem Heuseveldt** de SABIC, dédié aux résines chargées carbone, pour l'impression de très grands formats, jusqu'à 1 m environ en extrusion FDM. La mise en œuvre de leur gamme classique de polymères amorphes est possible, avec des charges carbone, pour obtenir par exemple des moules de thermoformage.

◆ La seconde après-midi a été consacrée à la **troisième session : les applications**, présentées par deux universitaires et trois industriels.

Daniel Marcos, doctorant à Mines Paris Tech et **Jean-Marie Maldjian** de Schneider Electric ont présenté chacun leurs innovations en fabrication de moules par impression 3D. Métal fritté pour le premier, incorporant la possibilité de refroidissement performant par « conformal cooling ».

Pour la seconde présentation de cette session, il a été montré la possibilité de fabriquer des empreintes en résines thermodurcissables acryliques ou époxydes, destinées à l'injection de pièces prototypes « bon process / bonne matière »

Changement de domaine avec **Pierre-Jean Cottinet** de l'INSA Lyon, et les applications en microélectronique par impression 3D de fonctions électriques sur isolants, comme l'électrostriction. Des essais d'encre piézoélectriques ont également été effectués. Les applications en sont par exemple les claviers tactiles.

Dans le domaine automobile, **Jérôme Dubois** de PSA Peugeot Citroën a fait le point sur leurs avancées en impression 3D essentiellement par FDM. Ce sont avant tout les « concept cars » qui en sont les bénéficiaires.

Enfin, pour la dernière présentation de ce colloque, c'est le domaine médical qui a été à l'honneur avec **Gaël Volpi** de Poly-Shape. Après avoir exposé les classes de produits, suivant qu'elles soient implantées ou pas dans le corps humain, de nombreux cas d'applications dentaires ou orthopédiques, utilisées en aide lors de l'opération ont été présentés.

Le colloque s'est terminé sur une synthèse très positive. Nous souhaitons que notre collaboration avec l'INSA Lyon se poursuive dans le futur pour de nouvelles opportunités de colloques.

