

**FABRICATION ADDITIVE : Les facteurs clés de succès  
pour la production série de pièces polymères  
3 et 4 avril 2019 à ISARA Lyon**



78 personnes ont participé à ce colloque organisé par la SFIP, INSA Lyon et IMT Lille Douai, en collaboration avec SF2M Sud-Est.

Nous avons pu profiter de 23 conférences données à la fois par des industriels de tous domaines, et des universitaires. Ce colloque était composé de trois sessions : Matériaux, Performances et Procédés.

Après le Colloque de 2016 consacré aux prototypes, celui-ci était dédié à la production de série, qui est l'évolution actuelle de ces technologies.

**> Conférence d'ouverture : Applications de la fabrication additive par VOLVO : Renato LIARDO**

VOLVO utilise la fabrication additive surtout pour la réalisation d'outillages pour ligne de production et protos, comme le moulage sable et les pièces de positionnement (rigs and fixture) ce qui permet de réduire les coût et délais de 28 à 3 jours.

On met en relief les exigences particulières du marché des poids lourds et engins de chantier qui sont une haute qualité de services sans pannes.

Tous les domaines des véhicules industriels sont concernés : la cabine, le moteur, l'électronique embarquée et le châssis.

**> SESSION 1 : Matériaux**

Dans cette session, il est constaté que les producteurs de techno plastiques majeurs sont présents dans les polymères renforcés et ignifugés pour les applications finales. Les deux technologies utilisées sont le filament FDM et le frittage laser SLS.

Les universitaires de leur coté présentent leurs études pour mieux comprendre et améliorer la compacité et la microstructure des pièces imprimées

**CLARIANT, Joanna MARGUIER**

L'Additive Manufacturing peut maintenant satisfaire les exigences des applications techniques : tenue mécanique par incorporation de renforts, tenue au feu avec les retardateurs de flamme (UL 94 VO en 0,4 mm), pour une gamme de filaments FDM sur des bases PA 6 et 6/66.

### **SOLVAY, Elodie SEIGNOBOS**

La démarche de SOLVAY est proche par la présentation de poudres de PA6 chargés billes et fibres de verre.

On peut noter les essais de vieillissement thermique qui montrent une bonne durabilité compatible avec des applications industrielles sous capot moteur et sous pression hydraulique.

### **CEMEF, Noëlle BILLON**

La présentation est dédiée aux PA12 en SLS.

On analyse comment réduire les porosités par une maîtrise de la cristallisation, des soudures entre grains et des contraintes internes dues aux dilatations.

La caractérisation mécanique et thermique en donne la confirmation.

### **MCPP, Gakuji SHIN et Frédéric DAVID**

Cette conférence était dédiée au élastomères thermoplastiques TPE à base polystyrène et polyester et à leurs performances comparées.

### **OWENS CORNING, Emmanuel VAQUANT et Maxim PIEROT**

Owens Corning nous présente une gamme de filaments FDM en polymères techniques renforcés 30% fibres de verre sur base PP, PA6 et PC.

Un point particulier concerne les facteurs de risques EHS (hygiène et sécurité ) dus aux produits volatils. Caractérisation par Thermogravimétrie et détermination des limites de sécurité (température maximale et durée).

## **> SESSION 2 : Performances**

La seconde session, plus dense, a été consacrée à l'amélioration et la caractérisation des performances soit par la simulation, soit par des essais applicatifs.

Les procédé SLS et FDM ont été étudiés dans toutes les présentations.

### **INSA Lyon, M'hamed BOUTAOUS**

On s'attache ici à mieux comprendre par la modélisation les mécanismes physiques influents lors du frittage SLS de poudre de PA 12, ceci aussi bien au niveau micro, au niveau de la poudre, que macroscopique au niveau de la pièce imprimée. La validation expérimentale confirme le bien fondé de cette modélisation sur pièce réelle.

**e-XSTREAM engineering, Sylvain MATHIEU**

Modélisation des performances fonctionnelles mécaniques et thermiques de pièces automobiles en FDM et SLS. On optimise le procédé d'impression par l'orientation des couches et leur densité.

**CEMEF, Mines ParisTech, Franck PIGEONNEAU**

Simulation thermique et cinématique de l'extrusion d'un filament de PC. On accède à la distribution des temps de séjour et du profil thermique du filament au cours de son dépôt. Le procédé est équivalent à celui d'un réacteur à mélange continu.

**MECASTYLE, Thomas PEAN**

Caractérisation morphologique et mesure de fatigue sur du PA 12 20% de fibres de verre mis en œuvre par SLS. On décrit les différents modes de défaillance par propagation des fissures entre couches. Deux études de cas sont présentées qui concernent du matériel d'exploration sous-marine.

**> SESSION 3 : Les procédés et la production**

Cette session est consacrée à l'optimisation des procédés d'impression par simulation, étude de la viscosité au cours de l'impression.

De nouveaux procédés, comme le Multijet d'HP et la Freeformer, tous très prometteurs sont également présentés.

**CEEBIOS, Luce-Marie PETIT**

En ouverture de cette dernière session, nous avons découvert le bio mimétisme, ou comment la nature peut nous guider par son expérience vers des technologies en rupture.

Les domaines d'applications peuvent être la gestion de l'énergie, la structure des matériaux, la chimie, les capteurs et actionneurs et enfin le traitement de l'eau.

Une base de données est disponible sur le site du CEEBIOS.

**VISIATIV, Sébastien DESBOIS**

D'entrée, VISIATIV met l'accent sur le prérequis nécessaire à la conception et fabrication d'une pièce imprimée, par rapport aux technologies plus traditionnelles : Formation, Diagnostic et reconception.

Pour les technologies émergentes, VISIATIV travaille pour le 3 D printing en partenariat avec HP ( MultiJet Fusion) : association de poudre + gouttes d'agent de fusion + énergie +

Une démonstration est faite avec la démarche effectuée avec AEREGO.

### **SOPRINJEC & SCHNEIDER ELECTRIC : Nicolas CHAUVE & Jean-Marie MALDJIAN**

Ces deux présentations proposent la réalisation d'empreintes de moules d'injection en résines imprimées, capables de réaliser quelques dizaines de cycles d'injections.

Schneider Electric a choisi la technologie SLA avec la résine PerForm compatible avec l'injection des PA6 chargés.

Soprinjec apporte par la coulée sous vide et le dépôt de couches métalliques à la surface la possibilité de monter les températures et d'injecter du PC pour des petites séries.

### **IPC, Thomas JOFFRE**

Après une présentation des activités d'IPC, on se concentre sur ce que l'on attend d'un matériau filament imprimé par FDM : Les point critiques sont la viscosité et la soudabilité entre couches.

En étude de cas, on effectue une comparaison entre les grades d'ABS pour AM en les comparant aux grades extrusion et injection. Il est possible d'utiliser des grades injection ou extrusion en FDM, mais avec des propriétés moindres.

### **ADDUP, Pierre PAYS**

Présentation très intéressante sur l'intérêt d'utiliser la fabrication additive pour optimiser les outillages de plasturgie grâce au conformal cooling.

On atteint par cette technologie de meilleurs temps de cycle en injection, ainsi qu'une amélioration de la géométrie des pièces.

La présentation résume bien l'état de la situation actuelle, identifie les freins et propose des pistes de progrès pour favoriser sa plus large utilisation dans le futur.

### **Plateforme 3d.FAB, Germain FAUNY et Axel'one, Olivier CHAUBET**

On décrit ici les différents produits et moyens de Plateforme 3d.FAB :

La micro-impression 3D, les applications bio-médicales, les développements pour l'utilisation de matériaux amorphes et semi-cristallins pour des applications hautes températures :

Une nouvelle imprimante 3D est présentée, à enceinte inertée haute température jusqu'à 250°C.

Une analyse SWOT du procédé est présentée en synthèse.

**CYLAOS, Jean-Michel LUCAS**

Présentation de CYLAOS, des technologies AM avec un accent sur le FDM (ou FFF) et les possibilités offertes pour la conception et l'utilisation lors de la fabrication d'outillages.

On met en évidence de la complexité de cette technologie : nombreux paramètres interagissant, beaucoup de matériaux nouveaux sur le marché.

Enfin, on conclut sur comment utiliser au mieux le potentiel de la FDM et quelles sont les règles de conception à prendre en compte.

**IMT Lille Douai, Jérémie SOULESTIN**

Dans cette conférence, on décrit le procédé Freeformer adapté aux PP, en insistant sur les paramètres les plus importants : températures de la chambre et de la buse. Les critères à prendre en compte sont : cinétiques de cristallisation, de reptation et de coalescence.

Freeformer rencontre le même problème que les autres technologies 3D pour les polymères : l'adhérence entre les couches successives en lien avec la fenêtre de paramètres d'impression ;

Une optimisation est conduite avec des mélanges PP/PA ;

Présentation du projet LASCALA (fabrication pièces de grande taille -5x2m) L'adhésion entre les couches sera encore plus difficile à gérer.

**HP, Xavier TRESSEL**

Ce procédé est concurrent du SLS avec une vitesse d'impression beaucoup plus rapide.

Description du procédé Multi Jet Fusion : gouttelettes 20 $\mu$ , 15 000 buses.

La stratégie matériaux reste à court terme sur les PA12 et PA 11, avec maintenant un PA12 renforcé 40% billes de verre.

**RICOH, Kris VERELST**

RICOH se concentre sur le procédé SLS avec comme matériau cible le PP. On présente une application de prototype fonctionnel sur une boîte à gants chez VW, qui a été testée positivement en humidité.