



MÉTALLISATION

Composites, matériaux de choix

Alors que le monde traverse une crise sans précédent, l'innovation dans l'univers des composites se poursuit et offre des solutions, notamment la métallisation, à l'ensemble de la chaîne de valeur de l'industrie et de ses secteurs d'application associés. Un aperçu des tendances sur l'innovation apportée par la métallisation dans le secteur aérospace et nucléaire.

Voahirana Rakotoson



Souriau



Souriau

Leader mondial des solutions d'interconnexion, Souriau a massivement investi dans un programme d'innovation sur les procédés de traitement de surface sans CrVI.

sa section est actuellement mis en œuvre par RTM en vue d'être fonctionnalisé par métallisation pour être utilisé comme guide d'ondes. Avec son expertise, Yohann Ledru, responsable R&D de Mecano ID, commente l'enjeu de ce projet en comparant la technologie existante des guides d'ondes en aluminium et celle en composites à fibre de carbone : « qu'il soit revêtu ou non, l'aluminium a une densité environ deux fois plus élevée que celle des composites, se dilate facilement et est 3 fois moins raide. Or, la masse, la stabilité thermique et la raideur sont des enjeux cruciaux pour ces pièces embarquées ». Dans un environnement sévère comme celui du spatial ou du nucléaire, « les pièces embarquées se doivent d'être très fiables et robustes, car aucune opération de maintenance n'est possible », précise Yohann Ledru.

Un autre enjeu de taille : REACH

Aujourd'hui, les défis technologiques en termes de matériaux et de procédés sont intimement liés à la réglementation européenne REACH qui vise à améliorer la protection de la santé et de l'environnement en interdisant l'utilisation de substances chimiques SVHC (pour Substance of Very High Concern) tout en favorisant la compétitivité des industries chimiques

En 2019, le marché mondial des composites a atteint 17,7 méga-tonnes en volume pour une valeur de 86 Mrds S. Dans l'aéronautique, la part des composites atteint environ 50 % dans certains appareils comme l'A350 ou le Boeing 787. Le marché des composites progresse chaque année de quelque 5 %. Les avantages des composites dans le domaine de l'aérospatial sont nombreux. Afin de répondre aux

besoins de la filière spatiale européenne et internationale en produits composites, Mecano ID, une PME toulousaine de 80 salariés avec un chiffre d'affaires de 8 MC en 2019, investit dans son outil de production. Ces investissements concernent notamment un moyen de drapage robotisé de dernière génération permettant de réaliser des pièces de géométries complexes. Parmi ces pièces, le profilé composite rectangulaire de longueur 100 fois plus importante que



Mecano ID

de l'Union européenne. Les dérogations accordées par l'agence européenne des produits chimiques arrivent à échéance en 2024. Mais, le fabricant de connectiques aéronautiques du groupe Souriau-Sunbank by Eaton - leader mondial des solutions d'interconnexion - a anticipé cette échéance. La substance visée : le chrome hexavalent. Thomas Pichot, responsable R&D de Souriau, l'un des sites de production du groupe basé à Champagné, explique l'enjeu : « Dès lors que REACh est une problématique partagée par toute la chaîne de valeurs de la connectique, du fabricant au client en passant par les fournisseurs de produits chimiques, la substitution du chrome hexavalent ne doit pas impacter la supply chain ». Dans cet environnement européen contraint, Souriau a massivement investi dans un programme d'innovation sur les procédés de traitement de surface sans CrVI - près de 10 % sont investis dans la R&D -, « c'est un choix stratégique pour ne pas délocaliser l'usine de production des connecteurs en France », note Thomas Pichot.

Métallisation par CVD/électrolyse d'un profilé long (plusieurs mètres) à section très faible (quelques mm²) réalisé par Mecano ID dans le cadre d'une R&D collaborative

rique en aluminium, l'est désormais sur sa gamme phare, D38999, des connecteurs en composite PEEK, un matériau très haut de gamme - dont la performance sans CrVI (une bonne adhérence pour une tenue en mécanique, en corrosion, en environnement sévère) - égale celle de l'aluminium. La solution de métallisation du PEEK développée par Souriau est unique au monde ; « une gravure sans CrVI sur un matériau composite comme le PEEK, difficile à usiner, mais qui répond largement aux cahiers des charges, relève d'une technologie à très forte valeur ajoutée », concède Thomas Pichot. La solution est qualifiée QPL puis EN, selon les standards américain MIL-DTL-38999 et européen EN3645. En plus de la qualification par les organismes accrédités, le changement de process a été validé par les grands donneurs d'ordres comme Boeing par exemple. Le développement de solutions conformes aux exigences environnementales en parallèle des exigences des clients est désormais la norme.

Comment la métallisation répond-elle aux exigences ?

Une opération de métallisation est très complexe, car le composite est à la base isolant, et pour Mecano ID, la précision géométrique de la section interne du guide d'onde doit être précise au centième de millimètre. Au-delà de son homogé-

néité, le revêtement doit assurer une très bonne adhérence et une excellente conductivité électrique tout au long de la mission (spatiale ou nucléaire) pour laquelle il est affecté, ainsi qu'une résistance à la fatigue mécanique et thermique (cyclage thermique avec une température variant de -150 °C à +170 °C). La fiabilité - « notre cœur de métier s'inscrit dans cette démarche », insiste Yohann Ledru - se décline en effet tout au long des étapes de conception du produit pour être transmise ensuite à la chaîne de production. Avec le CNES et Prodec Métal, une filiale de STI France, Mecano ID a évalué une gamme de métallisation des composites par voie humide et l'a adaptée à la géométrie interne particulière de ces profilés. Avec l'institut de recherche Cirimat, une solution par voie sèche été développée et a fait l'objet d'un premier brevet, déposé en 2014, et portant sur le procédé CVD (Chemical Vapor Deposition). Il permet notamment de fonctionnaliser l'intérieur de profilé long (plusieurs mètres) à section très faible (quelques mm²). La maturation industrielle reste néanmoins à démontrer sur son composite, car les applications restent limitées vis-à-vis de l'investissement en équipement à réaliser. La fiabilité et la reproductibilité des procédés sont en cours de démonstration avec la rigueur que nécessite ce type de développement. Une mise



sur le marché est prévue dans les prochains mois.

LDS, une technologie éprouvée pas assez connue

Un des procédés proposés par l'entreprise S2P (Smart Plastic Products), la technologie laser ou LDS Laser Direct Structuring pour l'industrie aéronautique, de la défense, de la sécurité et de l'industrie. S2P mise sur un avantage concurrentiel sur sa technologie : la métallisation sélective par LDS, notamment pour le plastique intelligent ou la plastronique (plastique et électronique). Après injection du polymère qui contient un oxyde de cuivre, le laser balaie une partie de la surface préalablement ciblée pour y révéler l'atome de cuivre et active la surface afin d'y créer une rugosité suffisante. Le laser réalise une ablation de surface d'une épaisseur (ou profondeur)

de quelques microns, pour créer des pistes de largeur 150 µm voire jusqu'à 80 µm. Le cuivre chimique peut ainsi se déposer sur cette surface activée. Un procédé chimique ou électrolytique prend le relais pour assurer l'écriture des circuits imprimés selon lequel le cuivre va se déposer progressivement sur le polymère sur une épaisseur de 6 à 10 µm, selon les spécifications des clients. Près de 70 plastiques différents sont compatibles avec le procédé LDS dont certains nécessitent une chimie complexe pour la métallisation. S2P peut également créer des micropistes pour les besoins de la microélectronique. La ligne de production est complète, du laser pour la préparation de surface ou activation à la métallisation jusqu'à l'implantation des composants électroniques en passant par leur soudage. La première livraison des pièces « LDS » produite dans les ateliers de S2P a été faite cette année.

citée des pièces et la puissance à mettre en jeu sur ces pistes pour fonctionnaliser les pièces ainsi que la qualification des pièces et des process. Homologuée par LPKF en tant qu'Authorized LDS Manufacturer, S2P continue de développer de nouvelles fonctions sur de nombreux matériaux, de l'ABS aux matériaux à très haute performance (LCP ou PEEK). S2P dispose d'autres technologies pour créer des pistes 3D pour ne citer que l'injection bimatière de matières conductrices ou le surmoulage de films fonctionnels. La solution S2P est robuste et surtout conforme aux normes en vigueur qui obligent les fabricants de matériel à intégrer un réseau de pistes conductrices sur toute la surface des boîtiers ou les capots plastique qui protègent l'électronique ou, sur les pièces en environnement contraint utilisées dans l'aéronautique.

Un bel avenir...

Selon Maël Moguedet, « les perspectives sont prometteuses. S2P répond aux besoins du marché avec une montée en gamme pour proposer un système complet autour de nouveaux matériaux associés à de nouveaux procédés de fabrication comme la fabrication additive ». Pour Mecano ID, le nouveau produit composite métallisé (décrit ci-dessus) obtenu viendra alimenter le catalogue de produits standards que Mecano ID propose aux grands noms de la filière (CNES, Thales Alenia Space ou Airbus Defence & Space). Si Mecano ID est reconnue – depuis sa création en 1994 – par la profession pour son savoir-faire dans ses activités d'ingénierie, de fabrication, d'assemblage et d'essais, l'objectif est clair : accompagner les clients dans le développement de leurs systèmes complexes mécaniques et thermiques en introduisant des pièces standards ou sur mesure tout en assurant leur compétitivité en termes de coût et de performances. Les composites sont une des clés qui permet d'atteindre les enjeux d'allègement, économie d'énergie, de performances mécaniques... et peuvent devenir un atout de choix une fois métallisés. ●

Antenne miniature 3D pour applications de radiodiffusion par satellite.



La solution S2P est robuste

Maël Moguedet, président de S2P – créée en 2014 – explique : « Nous sommes la seule entreprise en France à proposer la technologie LDS pour intégrer directement les pistes et composants sur des supports de formes complexes; notre production, en petite et moyenne série, vise un marché à forte valeur ajoutée technologique », à l'image des boîtiers anti-intrusion des systèmes bancaires. Les enjeux principaux pour la filière plastronique : la miniaturisation ou la compa-

Boîtier de détection d'intrusion 3D pour les produits électroniques sécurisés.

