

# Le potentiel de la fabrication additive

La fabrication additive, ce que l'on appelait il y a peu le prototypage rapide, permet d'obtenir des pièces fonctionnelles. Une étude conjointe de TNO et de LaserWyse montre que parfois, ce procédé permet de réduire les contraintes mécaniques et le poids de 70 % !

## Évaluer la technique sur un cas concret

La fabrication additive (AM pour Additive Manufacturing) gagne du terrain. La baisse des prix spectaculaire des imprimantes 3D destinées au prototypage y est pour beaucoup. Cette technique qui consiste à produire une pièce par superposition de couches successives de matériau solidifié, autorise la réalisation de prototypes, mais aussi de pièces fonctionnelles, notamment dans le cas du frittage de poudre métallique. Avec parfois une pièce aux caractéristiques mécaniques plus

avantageuses que son équivalent fabriqué en technique traditionnelle.

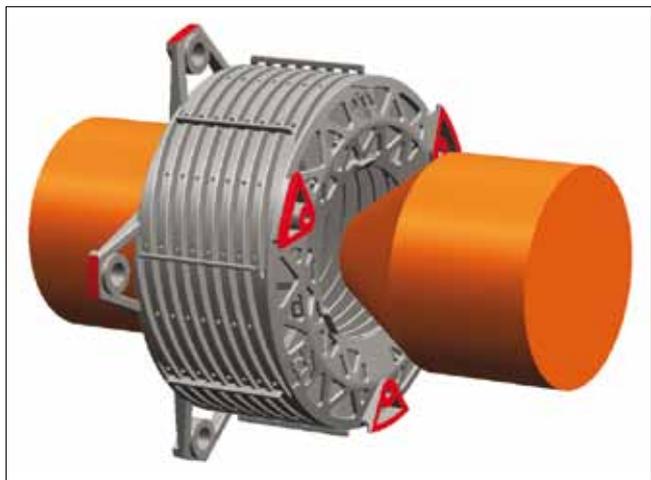
LayerWise, entreprise belge issue de l'Université de Leuven et spécialisée dans l'AM de pièces métalliques, et TNO, un organisme hollandais de R&D, ont réalisé conjointement une étude sur un cas industriel pour évaluer le potentiel de la fabrication additive. La pièce en question est un ressort complexe entrant dans l'assemblage d'un instrument scientifique. Le procédé employé est le frittage laser de poudre déposée par couches de 20 à 40 microns d'épais-

seur. Le modèle d'origine est un fichier STL. La fabrication additive a permis de remplacer les spires hélicoïdales épaisses d'origine par plusieurs spires fines et creuses, d'où une réduction notable de poids.

John Van der Werff, concepteur mécanique du département Fabrication rapide de TNO à Eindhoven aux Pays-Bas explique que le prototype d'origine en acier à haute résistance a été obtenu par usinage de précision. « La raideur du ressort était suffisante pour son rôle dans l'ensemble de l'actionneur, mais ses contraintes internes atteignaient 1200 MPa.



Le ressort original en acier obtenu par usinage de précision à côté des prototypes en titane obtenu par fabrication additive.



### L'assemblage finale avec en rouge le post-traitement nécessaire à la finalisation du produit.

En collaboration avec LayerWise, les ingénieurs de TNO ont repensé la conception du ressort avec une orientation « fabrication additive » et ont exploré les gains de poids et de caractéristiques qui étaient envisageables ». Il fallait donc réduire les contraintes internes. Le centre technique a donc pensé au titane. Un matériau rigide, léger, disponible en de nombreuses nuances et avec un faible module d'élasticité. Les ingénieurs ont sélectionné le TiAl6V4 qui résiste de façon fiable à 300 MPa. Cette valeur n'est pas suffisante pour le modèle de ressort d'origine, mais TNO et LayerWise ont redessiné sa géométrie de façon à maintenir les contraintes au-dessous de cette valeur limite.

### Un nouveau ressort, plus léger et moins contraint

John Van der Werff explique que la liberté de conception inhérente à la fabrication additive a permis à TNO de créer un modèle de ressort hélicoïdal deux fois plus fin. « En

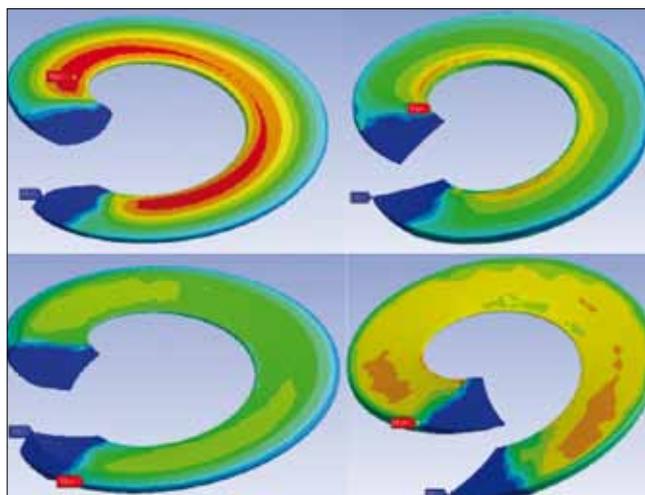
créant une spire de ressort dont la section a été réduite de moitié, nous avons pu réduire de 50 % les contraintes internes par rapport à son homologue classique procurant la même compression. Nous avons découvert qu'avec une spire creuse de section triangulaire, et non rectangulaire, les contraintes sont distribuées de façon plus homogène sur toute la surface. Au total, les niveaux de contraintes subis par le nouveau ressort sont 4 fois plus faibles qu'avec le modèle d'origine ».

Pour compenser la raideur moindre du ressort, les concepteurs ont élaboré un modèle composé de 8 spires de ressort parallèles identiques. Cela n'a eu aucune incidence négative sur les coûts de production, car la totalité du ressort est obtenue par fabrication additive, comme une pièce unique, en une seule phase de fabrication. Grâce à ce ressort en titane composé de 8 spires fines et creuses intercalées entre 2 disques supérieur et inférieur perforés, le poids a été réduit de 70 % ! Pour John Van der Werff : « des résultats

exceptionnels qui prouvent l'intérêt de la fabrication additive en matière de gain de poids ».

Un support central spécifique a été ajouté au modèle de fabrication additive pour éviter d'implanter des fixations sur des surfaces critiques de la pièce ou à des endroits difficiles d'accès. Des structures support latérales spéciales, faciles à déposer par la suite, ont été ajoutées pour maintenir les spires bloquées en position pendant le post-traitement. En outre, le modèle intègre 3 petites surfaces inclinées qui assurent le centrage du ressort lors du post-traitement des surfaces de montage.

Au cours de cette collaboration entre TNO et LayerWise, une dizaine de prototypes ont été réalisés pour optimiser le résultat. « La fabrication additive s'est avérée parfaitement adaptée au prototypage fonctionnel dans les phases de conception et d'essai », conclut John Van der Werff. « Même si aucune réduction de coût n'a pu être réalisée dans ce cas, la liberté de conception offerte par la fabrication additive s'est traduite par un gain de poids considérable. Les propriétés des matériaux des produits obtenus par fabrication additive constituent un aspect qui nécessite d'être étudié plus avant, notamment la fatigue des pièces fortement sollicitées, un territoire totalement inexploré ». ■



La section triangulaire et creuse des spires du ressort réalisé par frittage laser permet de réduire les contraintes et de les distribuer de façon homogène.

