



Faits et chiffres

Défi

Production d'une tête d'injection pour moteur-fusée à partir du plus petit nombre possible de composants et à un coût unitaire réduit.

Solution

Un produit par Fabrication Additive constitué d'un seul élément au lieu de 248 pièces grâce à l'intégration de fonctions.

Résultats

- Simplification : un seul composant au lieu de 248
- Économique : 50 % de réduction des coûts
- Rapide : réduction considérable des délais de production



La technologie EOS a permis à ArianeGroup de fabriquer la tête d'injecteur du prochain module de propulsion de l'étage supérieur avec une conception tout-en-un (AiO). (Source : ArianeGroup)

Future module de propulsion d'Ariane :
Simplification grâce à la fabrication additive



Un seul composant au lieu de 248 grâce à la technologie EOS

Profil

ArianeGroup anciennement Airbus Safran Launchers – co-entreprise de la société aérospatiale européenne Airbus Group et du groupe français Safran – est chargé du développement et de la production du nouveau lanceur européen : Ariane 6.

Informations supplémentaires

www.ariane.group/fr

Les composants de Classe 1 utilisés dans le secteur de l'aérospatiale sont critiques dans la réussite de missions coûtant des centaines de millions d'euros. C'est pourquoi les ingénieurs cherchent constamment à développer des composants basés sur les meilleurs standards de qualité, de fonctionnalité et de robustesse, tout en simplifiant la chaîne de production et en réduisant le nombre de pièces. La technologie EOS a permis à ArianeGroup d'aller encore plus loin : la tête d'injecteur d'un moteur-fusée du future module de propulsion de l'étage supérieur ne comporte plus qu'une seule pièce au lieu de 248. Elle a été simplifiée et ramenée à une conception tout-en-un (AiO), littéralement.

Défi

L'Agence spatiale européenne (ESA) souhaite occuper une place dominante et indépendante dans le domaine du transport spatial en utilisant une technologie de lanceur efficace. Pour y parvenir l'ESA a chargé ArianeGroup – co-entreprise de la société aérospatiale européenne Airbus Group et du groupe français Safran – de construire la prochaine génération de lanceurs. Ariane est une série de lanceurs européens conçus pour placer en orbite terrestre des charges lourdes, telles que des satellites de communication. Dans un module de propulsion, des forces considérables s'exercent. Ces

conditions extrêmes exigent des niveaux maximum de fiabilité et de précision dans un espace restreint. La tête d'injection est l'une des pièces maîtresses du module de propulsion ; elle injecte le mélange de carburant dans la chambre de combustion.

Traditionnellement, ses 248 composants fabriqués et assemblés en plusieurs étapes – moulage, brasage, soudure et perçage – créent des points faibles qui peuvent constituer un facteur de risque sous des charges extrêmes. En outre, ce processus est long et complexe. La production classique des pièces d'injecteur nécessite le

perçage de plus de 8 000 orifices transversaux dans des manchons de cuivre, qui sont ensuite précisément vissés sur les 122 pièces d'injecteur afin de mélanger l'hydrogène qui les traverse avec l'oxygène. Ces chiffres montrent clairement qu'un seul composant fonctionnellement intégré regroupant toutes les pièces constitue un objectif certes ambitieux, mais néanmoins évident. Ce composant unique permettrait également de réaliser de substantielles économies et de réduire le nombre d'étapes de traitement et les délais de production, surtout pour un composant de Classe 1.

La tête d'injecteur produite par fabrication additive en conception tout-en-un (AiO) d'un moteur-fusée composé de 122 pièces d'injection est en alliage de nickel EOS IN718.

(image de gauche)

Le composant fonctionnel de conception tout-en-un : plaque de base

(image de droite)

(Source : EOS GmbH)



Solution

La fabrication additive permet de résoudre ces problèmes. « La production d'une tête d'injecteur monobloc est possible avec la technologie EOS, » déclare Steffen Beyer, responsable des technologies de production, pôle Matériaux et Processus chez ArianeGroup, s'exprimant sur le choix de l'impression 3D industrielle. « Seule la fabrication additive peut combiner une fonctionnalité intégrée, une construction légère, une conception simplifiée et des délais réduits dans un seul composant. »

L'équipe du projet a, à nouveau, choisi comme matériau un alliage à base de nickel résistant à la chaleur et à la corrosion (IN718). Très endurant, ce matériau offre une excellente résistance à la traction, au fluage et à la rupture à des températures élevées, et sera également utilisé avec la nouvelle technologie de production.

« Après avoir développé le composant avec succès, nous avons reporté notre attention sur la rentabilité, » indique Fabian Riss, de la division des technologies de production, pôle Matériaux et Processus. La principale exigence d'ArianeGroup était de réduire les délais et les coûts unitaires. La fabrication – initialement réalisée selon un processus incrémentiel avec l'EOS M 290 – est passée à

Processus de production	Délai de construction pour une tête
Moulage et finition d'usinage	3 mois
EOS M 400-4 (1 laser pour 1 composant)	65 heures
EOS M 400-4 (4 lasers pour 1 composant)	35 heures

l'échelle supérieure sur le système EOS M 400-4 après la réussite des tests pilotes.

La technologie à 4 lasers a permis de fabriquer le composant du module de propulsion jusqu'à quatre fois plus rapidement. « Le passage du processus de construction au système EOS M 400-4 haute productivité a été une étape importante qui nous a permis d'améliorer l'industrialisation et la compétitivité du projet Ariane. La collaboration a été très efficace grâce à l'expérience et à l'expertise sectorielle du personnel d'EOS. Les résultats parlent d'eux-mêmes et témoignent des excellentes compétences de l'équipe, » ajoute Steffen Beyer.

Résultats

Les résultats de la nouvelle tête d'injecteur produite par fabrication additive sont très impressionnants : elle n'est constituée que d'une seule pièce au lieu de 248 – et ce, avec la même fonctionnalité et en réduisant les délais au minimum.

La technologie d'impression 3D industrielle d'EOS, basée sur un lit de poudre, a permis, par exemple, d'imprimer les 122 buses d'injection, les plaques de base et

frontales, et le dôme de distribution avec les tuyaux d'alimentation correspondants pour l'hydrogène et l'oxygène sous la forme d'un seul et même composant intégré. Par rapport aux systèmes à simple laser, la productivité nettement supérieure du système multilaser EOS M 400-4 a permis de diviser par trois les délais de construction et de réduire les coûts de 50 % dans le cas de la tête d'injecteur tout-en-un.

L'équipe du projet a également engrangé d'autres succès. En simplifiant la conception et en améliorant les propriétés des matériaux par rapport aux pièces moulées, la technologie additive a permis de diminuer considérablement l'épaisseur des cloisons sans nuire à la robustesse. Et en réduisant le poids significativement, elle a également contribué à écourter les délais et à faire baisser les coûts de construction.

Enfin et surtout, les processus de fabrication additive accélèrent considérablement les cycles d'innovation. En se basant sur les données de CAO, les améliorations structurelles, les modifications de

la conception et la fabrication de composants de test peuvent directement passer du développement à la production sans que les ingénieurs aient à consacrer du temps à la préparation des outils, comme c'est le cas avec le moulage des pièces. L'impression 3D industrielle fait un pas de géant en termes de délais.

Chaque itération ne prend désormais que quelques jours, au lieu d'environ un semestre, dans la plupart des cas. Et à présent, toute la chaîne de fabrication se déploie en interne chez ArianeGroup. En deux mots : mission accomplie !

« Sur le programme Ariane, nous mettons à profit notre force d'innovation et l'expertise d'EOS. Ensemble, nous avons mis en œuvre la production additive d'une tête d'injecteur pour moteur-fusée. Les résultats sont impressionnants : une réduction significative des délais de production et des coûts deux fois moins élevés. »

*Steffen Beyer,
Responsable des technologies de production – Pôle Matériaux et Processus chez ArianeGroup.*

EOS GmbH
Electro Optical Systems
Siège
Robert-Stirling-Ring 1
82152 Krailling/Munich
Allemagne
Tél.: +49 89 893 36-0
Fax: +49 89 893 36-285

Autres bureaux EOS

EOS France
Tél.: +33 437 49 76 76

EOS Greater China
Tél.: +86 21 602307 00

EOS Inde
Tél.: +91 44 39 64 80 00

EOS Italie
Tél.: +39 02 33 40 16 59

EOS Corée
Tél.: +82 2 6330 5800

EOS Pays scandinaves
Tél.: +46 31 760 46 40

EOS Amérique du Nord
Tél.: +1 248 306 01 43

EOS Singapour
Tél.: +65 6430 05 50

EOS RU
Tél.: +44 1926 67 51 10

www.eos.info • info@eos.info

Think the impossible. You can get it.

