



# ÉTUDE DE CAS

## GABARITS MULTIPLES POUR L'USINAGE D'UNE PIÈCE AÉRONAUTIQUE EN TITANE À COÛT DE PRODUCTION ÉLEVÉ

### PARTIE 2

#### Durée du projet

De 2018 à 2022

#### Partenaires

Centre de métallurgie du Québec  
(CMQ), A7 Intégration, Coalia,  
Electro-Kut, École de  
technologie supérieure (ÉTS),  
SphèreCo Technologies,  
TRAF Produits Industriels

#### Matériaux

Acier inoxydable 420 infiltré  
au bronze (2 pièces imprimées)

#### Procédés

Projection de liant avec infiltration  
au bronze – Procédé M-Flex de ExOne

#### Domaines d'application

Aérospatiale

## OBJECTIFS VISÉS

Optimiser un gabarit d'usinage afin de réduire les coûts et les délais de production en conservant ou en améliorant les propriétés à l'aide de la fabrication additive.

## LE CONTEXTE

Plusieurs fixations et outils complexes et diversifiés doivent être utilisés pour produire des pièces aéros spatiales par usinage. Leur fabrication implique des coûts et délais importants pour obtenir la précision requise. De surcroît, les délais d'usinage sont amplifiés par la forte demande. L'objectif du projet MANU-1707, intitulé « Création de stratégies démonstratrices de conception et de fabrication hybrides pour l'outillage aéros patial », financé par le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie (CRSNG) et le Consortium de recherche et d'innovation en aéros patiale au Québec (CRIAQ), avait comme but d'évaluer et d'intégrer la fabrication additive dans les procédés de production d'outillage pour l'usinage de pièces aéros spatiales, tout en réduisant les coûts et les délais de production.

## LE DÉFI

La fabrication additive est généralement perçue comme étant trop coûteuse pour la production de pièces qui ne sont pas à très haute valeur ajoutée. Cependant, les pièces aéros spatiales en inconel ou en titane aux géométries complexes et optimisables sont généralement des candidates idéales pour la fabrication additive. Les gabarits d'usinage en aluminium 6061 ou en 4340 le sont généralement beaucoup moins. Ceci s'explique en partie par le plus faible coût de la matière à usiner pour produire le gabarit ; ce sera généralement moins un enjeu d'usiner 90% d'une pièce en acier comparativement à une pièce en titane. Si on s'en tient uniquement aux coûts d'usinage, une règle de conception en fabrication additive communément utilisée est que si une pièce peut être produite par usinage, elle sera généralement moins coûteuse que produite par fabrication additive. De plus, les géométries des gabarits sont souvent moins flexibles à l'optimisation topologique, car ils sont contraints géométriquement par les pièces qu'ils maintiennent ainsi que par les autres sections des gabarits.

Les gabarits analysés dans cette étude de cas présentaient un coût de production élevé que le projet a cherché à réduire. Un dernier point spécifique à mentionner est que le gabarit étudié faisait partie d'un ensemble de fixtures comparables qui pouvaient être optimisées de manière similaire dans tous les cas.

# GABARITS MULTIPLES POUR L'USINAGE D'UNE PIÈCE AÉRONAUTIQUE EN TITANE À COÛT DE PRODUCTION ÉLEVÉ



**CQFA** CARREFOUR QUÉBÉCOIS  
DE LA FABRICATION ADDITIVE



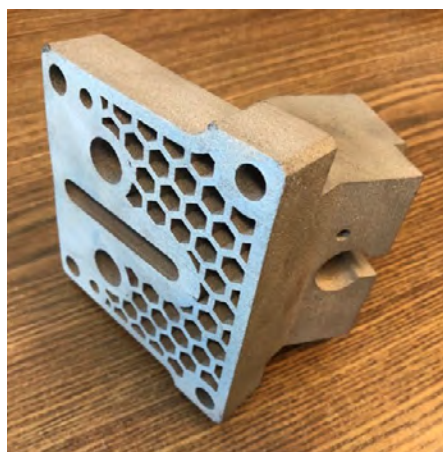
## LA SOLUTION

À la suite d'une optimisation topologique, la solution d'utiliser la fabrication additive par projection de liant a été sélectionnée, plus spécifiquement le procédé M-Flex de Exone avec infiltration au bronze. L'utilisation de cette technologie a permis d'imprimer le gabarit qui fusionne trois pièces indépendantes dans le gabarit initial, tout en réduisant le poids et le coût. De plus, avec la taille du gabarit, une impression directement suivie d'un frittage aurait entraîné l'obtention d'une pièce poreuse si une faible densification avait été considérée. À l'opposé, si une forte densification avait été permise, la pièce aurait présenté un tolérancement trop loin des requis pour le gabarit. Avec l'infiltration au bronze, il a été possible d'effectuer un contrôle dimensionnel de la pièce tout en conservant un coût moins élevé qu'avec d'autres technologies de fabrication additive.



## LES BÉNÉFICES / RÉSULTATS

La solution par projection de liant a tout d'abord permis de combiner trois pièces du gabarit original, et par conséquent de diminuer la quantité de quincaillerie nécessaire à son assemblage. Cela a aussi provoqué une diminution de poids de 20% par rapport au gabarit original. Finalement, une diminution de coût de l'ordre de 9% a été observée en produisant ce gabarit par fabrication additive au lieu d'employer l'usinage traditionnel. Il est donc possible d'indiquer que la production par fabrication additive peut généralement être utilisée de manière interchangeable à la production de gabarits par les méthodes traditionnelles, et que des gains, bien que faibles mais non négligeables, peuvent être notés. De plus, dans un contexte d'achalandage très élevé des ateliers d'usinage de haute performance, cette méthode de production de pièces par fabrication additive permet d'ouvrir des avenues de fabrication alternatives, ce qui peut faire diminuer les délais de production en causant une baisse de pression sur les ateliers d'usinage.



## COORDONNÉES

### Howmet Aerospace

5515, rue Ernest Cormier, Laval (Québec) H7C 2S9

Benoît Pigeon, Estimation, Processus "Introduction de nouveaux produits"

(NPI : New Product Introduction) & Projet d'Ingénierie