



# ÉTUDE DE CAS

## RÉPARATION DE COUVERCLE DE SERRAGE DE VALVE EN TI-6AL-4V

### Durée du projet

De 2018 à 2019

### Partenaires

Centre de métallurgie  
du Québec (CMQ)

### Matériaux

Métal (Titane, Ti-6Al-4V)

### Procédés

DED (Dépôt sous énergie dirigée /  
Directed Energy Deposition) –  
Procédé LENS d'Optomec  
(«Laser engineered net shaping»)

### Domaines d'application

Secteur industriel en général,  
industries pétrolières et gazières,  
chimiques, pétrochimiques,  
électriques, pharmaceutiques et  
minières en particulier.

## OBJECTIFS VISÉS

Réparer une pièce coulée en minimisant l'impact de la réparation sur les propriétés de la pièce finale.

## LE CONTEXTE

Le procédé de coulée par cire perdue permet de produire des pièces de titane Ti-6Al-4V à haute valeur ajoutée et de qualité élevée. Cependant, de rares défauts peuvent survenir, même avec un procédé contrôlé. Il peut alors en résulter le rejet de ladite pièce. Une alternative intéressante serait de réparer la pièce coulée plutôt que de la rejeter et de récupérer le métal de celle-ci. C'est dans ce contexte que Fluorseal inc. a contacté le Centre de métallurgie du Québec (CMQ) pour le développement des réparations sur un couvercle de serrage de valve en Ti-6Al-4V, par le biais d'un projet de recherche subventionné par le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie (CRSNG).

## LE DÉFI

Les réparations de pièces sont généralement effectuées à l'aide du soudage. Cependant, dans certains cas, comme pour les pièces de petite taille, l'énergie transmise par le procédé de soudage peut être très importante et entraîner de la distorsion dans la pièce, dont la géométrie est déjà finale. De plus, les contraintes thermiques et la présence d'une zone affectée thermiquement peuvent être significatives, ce qui augmente le risque de fissuration de la couche alpha loin de la réparation. Cette couche alpha est toujours présente, car les étapes de traitement thermique, d'usinage chimique et mécanique sont effectuées après la réparation, dans le but d'éviter de devoir les répéter.

## RÉPARATION DE COUVERCLE DE SERRAGE DE VALVE EN TI-6AL-4V



**CQFA** CARREFOUR QUÉBÉCOIS  
DE LA FABRICATION ADDITIVE



Couvercle de serrage avec défaut.



Couvercle de serrage réparé

### LA SOLUTION

Pour les raisons mentionnées plus haut, une technologie de réparation produisant une très faible chaleur induite était nécessaire. Le dépôt sous énergie dirigée (DED), spécifiquement le procédé LENS d'Optomec inc., a été sélectionné. Dans ce procédé, de la poudre de Ti-6Al-4V est projetée dans le faisceau laser, le tout dans une atmosphère inerte d'argon. Des passes de 600 µm de large et de 450 µm d'épaisseur avec une faible puissance de laser permettent de réduire au maximum les contraintes thermiques, la distorsion et les risques de fissuration. Une pièce réparée de cette façon peut être retournée dans le processus de post-traitement régulier, minimisant ainsi les coûts externes impliqués par la FA.

### LES BÉNÉFICES / RÉSULTATS

L'étude de cas effectuée en partenariat avec Fluoroseal inc. a permis de démontrer la capacité de la technologie de dépôt sous énergie dirigée à réparer des pièces de titane présentant des défauts de fonderie en minimisant l'impact de la réparation sur le tolérancement de la pièce et en évitant l'apparition de nouveaux défauts causés par une éventuelle réparation. L'étude a aussi permis de présenter des propriétés mécaniques supérieures pour la réparation à ce qui peut être observé dans les pièces coulées. En comparaison à un coût de production défini à une unité, cette étude démontre qu'il est possible de transformer une perte de près d'une unité en un profit de 0,25 unité. Plus de détails sur cette étude peuvent être lus dans le *Titanium Today*, novembre 2019.



## COORDONNÉES

### Fluoroseal inc.

1875, 46<sup>e</sup> Avenue, Lachine (Québec) H8T 2N8  
Radu Stancana, ing. Ph.D.  
514 739-0220