

# Réactivité des poudres de Ti-6Al-4V dans différents environnements gazeux à haute température pour des applications dans les procédés de fabrication additive

SIBLANI Mohamad Mahdi, OLLIVIER Maelig, FAVERGEON Loïc  
Mines Saint-Etienne, Univ Lyon, CNRS, UMR 5307 LGF, Centre SPIN,  
158 cours Fauriel 42023 Saint-Etienne, France

**Mots clés :** Ti-6Al-4V; poudre ; corrosion haute température; fabrication additive

L'émergence au niveau industriel de la fabrication additive métallique comme procédé à part entière pour la production et le commerce de pièces à haute valeur ajoutée apporte d'un point de vue scientifique des questionnements nouveaux.

Différentes technologies ont été développées sur la base de la fabrication additive métallique comme par exemple la fusion sélective au laser (SLM) et la fusion par faisceau d'électrons (EBM). Ces deux procédés sont basés sur la fusion locale des poudres préalablement chauffées à 200°C (SLM) et 600°C (EBM) dans une enceinte contrôlée sous atmosphère inerte. Néanmoins, des traces d'impuretés dans cette atmosphère peuvent être présentes durant la fabrication des pièces.

En effet, il a été observé que dans un procédé typique de fabrication additive métallique seule une faible proportion de la poudre est effectivement nécessaire pour la fabrication finale de la pièce : entre 30 et 90 % de la poudre est ainsi mise de côté selon le procédé et la géométrie de la pièce fabriquée. Cependant, cette poudre non utilisée ne conserve pas ses propriétés chimiques et rhéologiques au fil du temps: après un nombre de passages évalué de manière phénoménologique, celle-ci doit être mise au rebut. La réutilisation ou bien le recyclage de cette poudre devient alors un enjeu à la fois économique et écologique pour l'industrie. L'un des verrous de cette problématique se situe sur la réactivité de telles poudres avec leur environnement gazeux.

Le titane est utilisé sous forme alliée pour sa résistance et sa légèreté dans des nombreux domaines tels que l'aéronautique, l'aérospatiale, la chimie, le secteur médical. Parmi les alliages du titane, le Ti-6Al-4V représente 50% du marché mondial, et les poudres de Ti-6Al-4V sont couramment utilisées dans les procédés de fabrication additive. En conséquence, il est nécessaire de comprendre l'interaction entre ces poudres et leur environnement gazeux. Malgré les nombreuses études sur la corrosion du Ti-6Al-4V, la majorité de celles-ci portent sur le Ti-6Al-4V massif (Du, 1994). En revanche, peu d'études ont été consacrées à la corrosion de poudres de Ti-6Al-4V et l'effet de la géométrie et des dimensions des grains sur les cinétiques de corrosion (Pijolat, 2018).

Dans le but de comprendre et de modéliser la cinétique de corrosion de ces poudres, l'effet des différents paramètres thermodynamiques, i.e. la température et les pressions partielles d'oxygène et d'azote, ainsi que l'effet du temps ont été étudiés. Des expériences en thermobalance en condition isotherme et isobare ont été réalisées dans une gamme de température allant de 600 à 750°C pour des pressions partielles d'oxygène entre 0 et 20 hPa et d'azote entre 0 et 80 hPa. Des caractérisations physico-chimiques des échantillons en cours de corrosion et des produits de corrosion obtenus ont aussi été réalisées. Les résultats ont notamment mis en évidence la formation d'une double couche d'oxyde constituée de TiO<sub>2</sub> (couche interne) et de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (couche externe) avec une croissance préférentielle du TiO<sub>2</sub>. De plus, un effet bénéfique de la présence d'azote dans l'atmosphère a été observé.

## Références :

H. L. Du, P. K. Datta, D. B. Lewis, J. S. Burnell-Gray, Corrosion Science, vol. 36, n° 4, p. 631-642, avr. 1994.  
M. Pijolat, L. Favergeon, in Handbook of Thermal Analysis and Calorimetry, vol. 6, Elsevier, 2018, p. 173-212.