



**HAL**  
open science

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

Mohamad Mahdi Siblani, Maelig Ollivier, Loïc Favergeon

## ► To cite this version:

Mohamad Mahdi Siblani, Maelig Ollivier, Loïc Favergeon. Réactivité des poudres de Ti-6Al-4V dans différents environnements gazeux à haute température pour des applications dans les procédés de fabrication additive. Journée Scientifique 2019 du Codegepra, Nov 2019, Villeurbanne, France. , Journée scientifique - CODEGEPR - SFGP Sud-Est - Le Génie des Procédés en Auvergne-Rhône-Alpes et Provence-Alpes-Côte d'Azur, pp.26 / P15., 2020. hal-02492749

**HAL Id: hal-02492749**

**<https://hal.science/hal-02492749>**

Submitted on 27 Feb 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

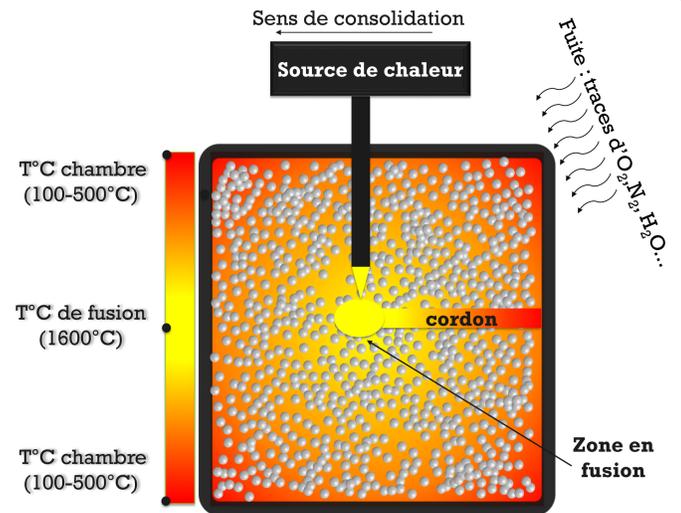
# Réactivité des poudres de Ti-6Al-4V dans différents environnements gazeux à haute température pour des applications dans les procédés de fabrication additive

Mohamad Mahdi SIBLANI, Maelig OLLIVIER, Loïc FAVERGEON

Mines Saint-Etienne, Univ Lyon, CNRS, UMR 5307 LGF, Centre SPIN, 158 cours Fauriel 42023 Saint-Etienne, France

## Introduction

- La fabrication additive représente l'ensemble des procédés permettant de fabriquer couche par couche, par ajout de matière, un objet physique à partir d'un objet numérique, ex. SLM, EBM...
- Jusqu'à 80% des poudres sont non utilisées dans la fabrication des pièces finales
- Interactions entre ces poudres et leur environnement gazeux ( $O_2$ ,  $N_2$  et  $H_2O$ , ...)
- Présence d'un gradient thermique allant de la température de fusion jusqu'à la température de la chambre
- Évolution des propriétés chimiques de ces poudres dans un procédé de fabrication additive

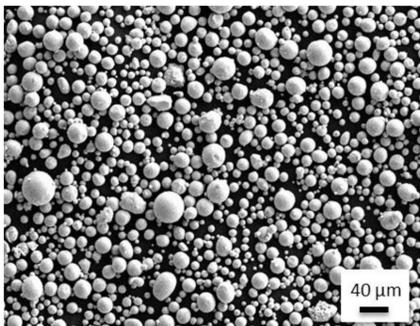


## Objectif

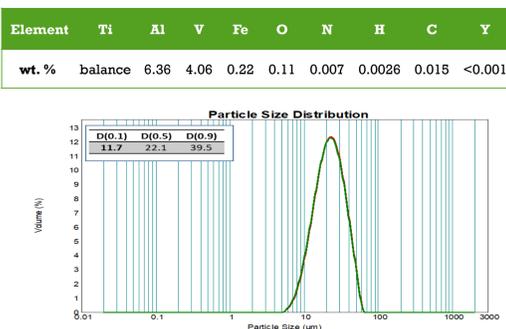


Comprendre l'effet des différents paramètres thermodynamiques  $T^\circ C$ ,  $P_i$  ainsi que l'effet du temps sur la corrosion des poudres de Ti-6Al-4V

### Poudres neuves de Ti-6Al-4V



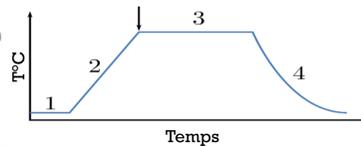
### Caractéristique des poudres de Ti-6Al-4V



### Analyse thermogravimétrie (ATG)



#### Injection des gaz corrosifs



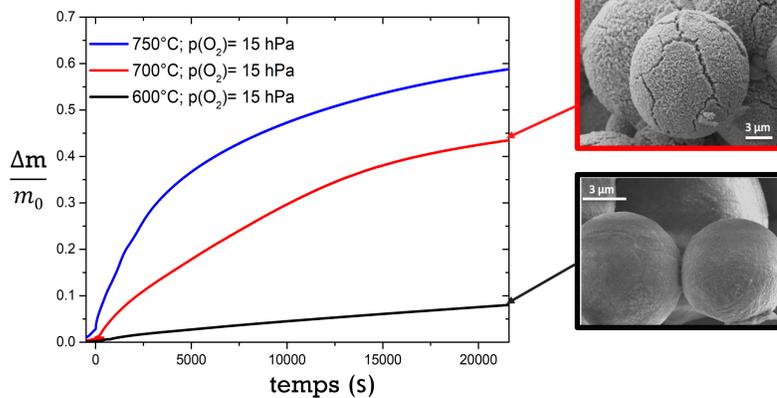
- 1 - Pompage et balayage sous He
- 2 - Rampe  $T^\circ C$ :  $10^\circ C/min$
- 3 - Injection des gaz corrosifs
- 4 - Refroidissement sous He

### Caractérisations

- Microscopie électronique à balayage
- Analyse dispersive en énergie
- Diffraction des Rayons X
- Spectroscopie Raman

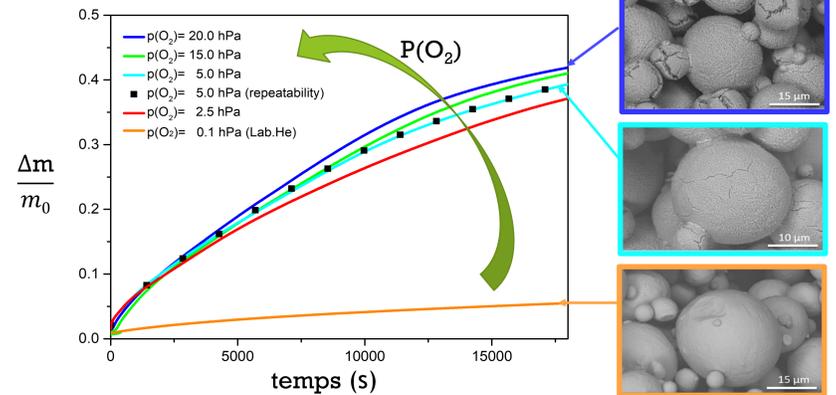
## Matériau & Méthode

### ➤ Effet de température: corrosion isotherme sous $p(O_2) = 15hPa$ et $p(N_2) = 0hPa$



- $\Delta m \nearrow \rightarrow \nearrow T^\circ C$  et le temps
- Surface plus rugueuse avec l'augmentation de température

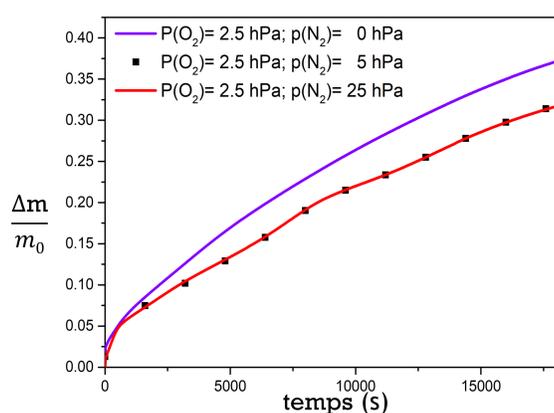
### ➤ Effet de pression partielle d'oxygène : corrosion isobare à $700^\circ C$ sous $p(N_2) = 0hPa$



- $\Delta m \nearrow \rightarrow \nearrow p(O_2)$  et le temps
- Surface plus rugueuse avec l'augmentation de  $p(O_2)$

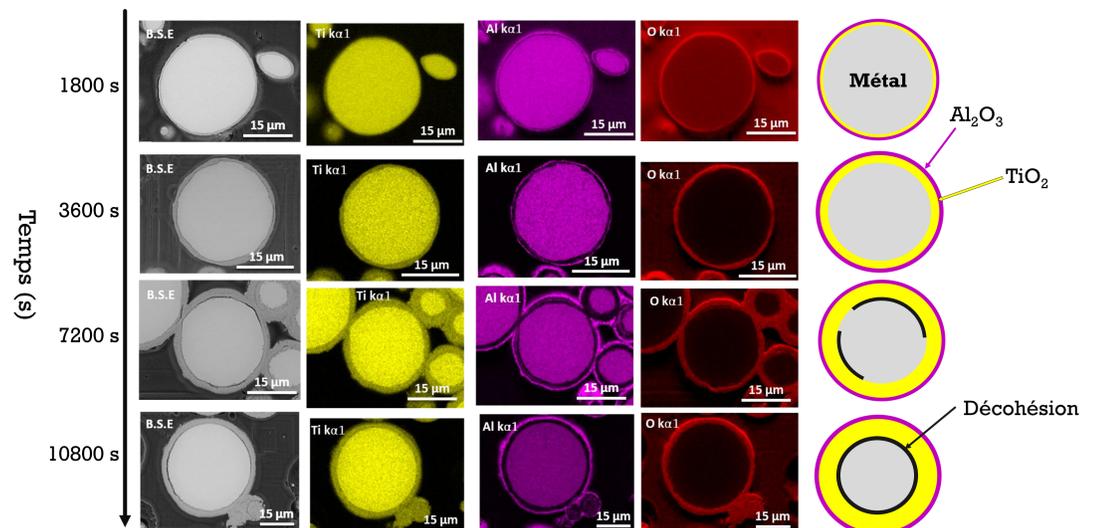
## Résultats

### ➤ Effet de la pression partielle d'azote : Corrosion avec et sans azote sous $p(O_2) = 2,5hPa$ à $700^\circ C$



- Effet bénéfique de présence d'azote sur la résistance à l'oxydation
- Aucun effet de pression partielle d'azote entre 5 et 25 hPa

### ➤ Effet du temps: corrosion sous $p(O_2) = 20hPa$ à $700^\circ C$ avec $p(N_2) = 0hPa$



- Formation d'une couche d'oxyde double : Interne:  $TiO_2$  Externe:  $Al_2O_3$
- Zone de décohésion à l'interface métal/oxyde

## Conclusion et Perspectives

- Formation d'une couche d'oxyde double formée de  $Al_2O_3$  et  $TiO_2$
- Effet néfaste de l'augmentation des pressions partielles d'oxygène ainsi que de température sur la vitesse de corrosion
- Effet bénéfique de la présence de l'azote sur la résistance à la corrosion
- Écrire un modèle cinétique sur la corrosion de ces poudres
- Étude l'effet des couches d'oxydes formées sur la coulabilités des poudres