

Faisabilité de reconstruction de microstructures TiAl par des techniques d'imagerie 3D en vue de réalisation d'essais in situ

Lieu du stage : Centre des Matériaux

Encadrement :

SAFRAN TECH : Lionel Marcin

Centre des Matériaux : Jérôme Crépin, Henry Proudhon.

Résumé :

Ce stage a pour objectif d'étudier la faisabilité de caractériser en 3 dimensions la microstructure d'échantillons d'Aluminium de Titane ($Ti_{48}Al_{48}Cr_2Nb_2$) à l'aide d'une reconstruction tomographique réalisée par tomographie en contraste de diffraction (DCT). Les aluminiums de Titane sont des alliages intermétalliques présentant des microstructures complexes allant d'une microstructure totalement lamellaire biphasée (TiAl + Ti_3Al) à une microstructure totalement monophasée TiAl en passant par une microstructure bimodale, constituée de grains lamellaires (TiAl + Ti_3Al) + grains monophasés (TiAl). Trois microstructures représentatives des matériaux industriels seront étudiées. Il s'agira d'évaluer la pertinence pour ce type de matériau de la technique d'analyse tomographique et son potentiel d'utilisation pour des essais in situ sous faisceau de rayons X

Sujet :

En raison de leurs excellentes propriétés mécaniques à hautes températures, les alliages de TiAl sont adaptés aux applications aéronautiques telles que les aubes de turbine. Néanmoins, la ductilité à température ambiante de ces matériaux est faible et extrêmement sensible à leur microstructure limitant leur champ d'application. Actuellement les études micromécaniques se basent sur des corrélations entre les champs microstructuraux caractérisés en surface, notamment par EBSD, et les champs mécaniques mesurés sur cette même surface. Ces analyses très riches font néanmoins des hypothèses fortes sur l'effet des hétérogénéités microstructurales dans la troisième dimension. L'utilisation de la technique de tomographie en contraste de diffraction à l'aide d'un faisceau synchrotron permettrait de lever ces hypothèses concernant l'influence des hétérogénéités microstructurales et ouvrirait la voie à une meilleure compréhension des mécanismes de déformation et de fissuration de ces matériaux, dans le but d'optimiser ces microstructures vis-à-vis des applications visées. La difficulté viendra notamment de la relative complexité des microstructures envisagées (présence de nombreuses macles et/ou de la structure duplex/lamellaire).

Programme du stage :

- Etude bibliographique concernant les Aluminiums de Titane
- Caractérisation métallurgique 2D de trois microstructures d'aluminiums de titane
- Caractérisation morphologique et cristallographique au moyen d'outils d'analyses d'images à partir d'images acquises en microscopie électronique à balayage, notamment à l'aide de l'EBSD.
- Préparation des échantillons pour une campagne de tomographie réalisée sur la ligne de lumière ID11 du synchrotron ESRF (Grenoble)
- Participation aux expériences sur la ligne de lumière
- Reconstruction des images tridimensionnelles à partir des données de diffractions collectées (code dct développé par W. Ludwig, ID11).
- Analyse des images reconstruites en termes de paramètres microstructuraux.

Suivant le temps restant et la qualité des reconstructions, génération d'un maillage d'agrégats polycristallins pour simulations numériques par éléments finis avec le code Z-set.

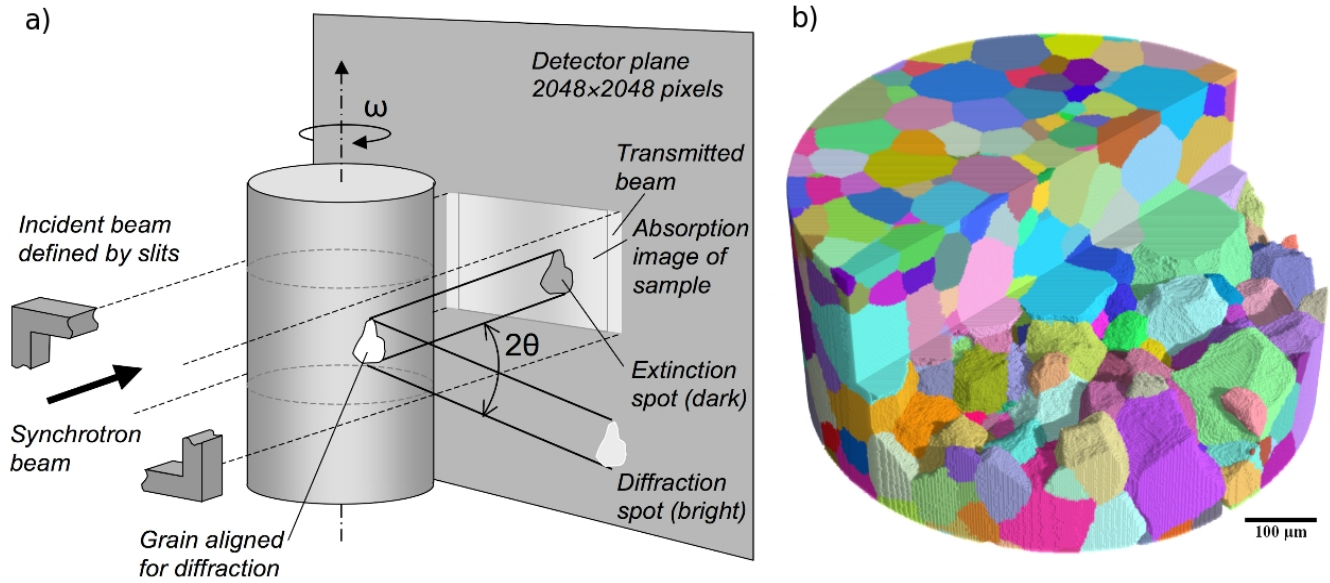


Illustration 1: Principe de la tomographie par contraste de diffraction (Ludwig et al. 2009).