

Analyses structurales et chimiques du superalliage AD730TM

B.Warot-Fonrose*, M.Hantcherli, F. Pettinari-Sturmel¹, J. Douin¹, J. Cormier², P. Villechaise²
and A. Devaux³

¹ CEMES-CNRS, 29 rue Jeanne Marvig, 31055 Toulouse cedex 4, France

² Institut Pprime, UPR CNRS no 3346, CNRS – Université de Poitiers – ISAE-ENSMA, Physics and Mechanics of Materials Department, ISAE-ENSMA, 1 avenue Clément Ader, BP 40109, 86961 - Chasseneuil, France

³ Aubert & Duval, Site des Ancizes BP1, 63770 Les Ancizes Cedex, France

*warot@cemes.fr; Téléphone : 0567524348; Fax : 0562257999

1. INTRODUCTION

Dans un contexte aéronautique concurrentiel, le comportement mécanique des matériaux dans des conditions réelles est une question incontournable. Une nouvelle nuance de superalliage à base de nickel polycristallin a été développée par Aubert & Duval (AD 730TM) pour des disques de turbine [1, 2]. Ces alliages doivent remplir des conditions extrêmes en traction, fluage et fatigue à des températures voisines de 700°C.

Depuis plus de 20 ans, le développement et l'optimisation de superalliage à base nickel polycristallins ont été possibles grâce à des approches multi-échelles combinant expérimentation et la modélisation. Ces recherches ont permis une compréhension approfondie de la relation entre le comportement macroscopique et les caractéristiques de la microstructure. Si le comportement mécanique des superalliage polycristallins base Ni a été largement étudié dans le passé pour une large gamme de températures et d'essais mécaniques [2-6], les données disponibles sur AD730TM sont encore rares, en particulier à l'échelle microscopique, en raison de leur développement récent. Cependant, on peut s'attendre à ce que ses propriétés mécaniques soient très dépendants des paramètres microstructuraux tels que les caractéristiques du durcissement par les précipités γ' de structure cfc ordonné type L1₂ (taille, distribution et chimie).

2. RESULTATS

Ce travail vise à se concentrer sur la caractérisation du superalliage polycristallin AD730TM à l'échelle microscopique afin de proposer une meilleure compréhension de ses propriétés macroscopiques de fluage à 700 °C en se focalisant sur l'analyse chimique locale, peu étudiée jusqu'à présent.

La microstructure, constituée de précipités γ' contenus dans une matrice γ de structure c.f.c a d'abord été caractérisée en utilisant les observations de TEM classiques, en particulier en champ sombre. En complément de ces analyses de microstructure, des analyses chimiques locales ont été réalisées. Les mesures EELS ont été privilégiées par rapport aux mesures EDX pour permettre une quantification des compositions chimiques. En effet, il est nécessaire de comprendre si les différences de conditions de fluage ont une influence sur la répartition des éléments chimiques entre la matrice et les précipités. La figure 1 présente un spectre ligne acquis à la traversée de plusieurs précipités. La matrice riche en nickel contient également du chrome contrairement aux précipités riches en titane et appauvris en chrome par rapport à la matrice.

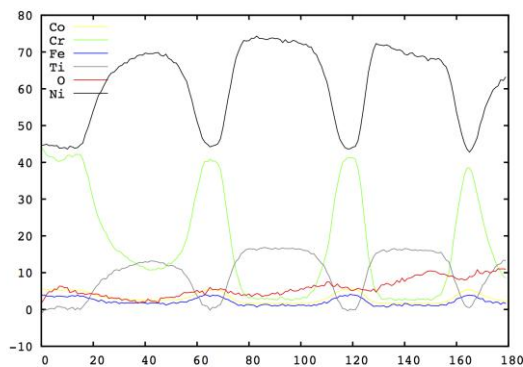


Figure 1. Spectres lignes à travers plusieurs précipités montrant les concentrations relatives de cobalt, chrome, fer, titane, oxygène et nickel

Les images EFTEM mettent en évidence deux familles de précipités de tailles de précipités riches en titane dont la taille pourrait évoluer en fonction des conditions de fluage.

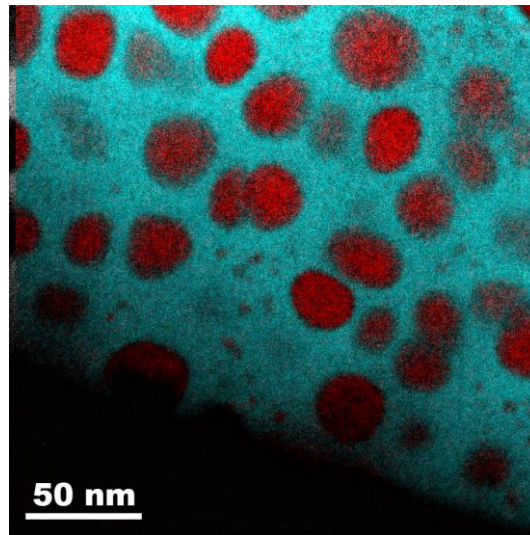


Figure 2. Cartographie EFTEM des seuils du nickel (bleu) et du titane (rouge)

3. CONCLUSION

Des études antérieures sur d'autres alliages (NR3 , N18 et alliages UdimetTM 720Li [7-10]) ont montré que l'état de précipitation contrôle le comportement mécanique de ces superalliages lors des tests de fluage à environ 700°C. Nous montrerons ici que les analyses EELS ont permis de révéler une évolution de la chimie locale des précipités γ' qui peuvent avoir des répercussions sur le comportement mécanique.

REFERENCES

- [1] A. Devaux et al., *Superalloys* **2012**, 911-919 (2012)
- [2] A. Devaux et al., *Advanced Materials Research* **278**, 405-410 (2011)
- [3] M.P. Jackson and R.C. Reed, *Material Science and Engineering A* **259**, 85-97 (1999)
- [4] S. Karthikeyan et al., *Scripta Materialia* **54**, 1157-1162 (2006)
- [5] J. Miao et al., *Acta Mater.* **60**, 2840-2854 (2012)
- [6] G.B. Viswanathan et al., *Acta Mater* **53** 3041-3057 (2005)
- [7] B. Flageolet, Ph.D. thesis, Université de Poitiers, (2005)
- [8] T. Billot et al., *International Journal of fatigue* **32**, 824-829 (2010)
- [9] S. Raujol et al., *Materials Science and Engineering A* **387-389**, 678-682 (2004)
- [10] J. Douin et al., *Acta Mat.* **55**, 6453-6458 (2007)