



# **Modélisation multi-échelles du comportement mécanique des alliages TiAl pour la prévision de leur tenue en fatigue**

Soutenance de thèse – Pierre Serrano

**Vendredi 9 octobre 2020, à 14h**

Salle Contensou, Onera, 29 Avenue de la Division Leclerc, 92320 Châtillon

**Devant le jury composé de :**

**Gilbert Hénaff**, Professeur, ISAE-ENSMA, Rapporteur

**Renald Brenner**, Directeur de Recherche, CNRS-Institut Jean Le Rond d'Alambert, Rapporteur

**Catherine Mabru**, Professeure, ISAE-SUPAERO, Examinatrice

**Nicolas Saintier**, Professeur, Arts et Métiers ParisTech, Examineur

**Pierre Sallot**, Ingénieur de Recherche, SafranTech, Invité

**Pascale Kanouté**, Ingénieure de Recherche, Onera, Encadrante

**Louise Toualbi**, Ingénieure de Recherche, Onera, Co-directrice de thèse

**Alain Couret**, Directeur de Recherche, CNRS-CEMES, Co-directeur de thèse

## **Résumé**

Les alliages à base d'aluminures de titane (TiAl) sont des matériaux légers introduits dans la dernière génération de turboréacteurs pour l'aéronautique civile sous la forme d'aube de turbine basse pression. Ces alliages disposent notamment d'excellentes propriétés mécaniques à haute température et d'une résistance spécifique élevée. Leur utilisation reste cependant délicate du fait de leur faible ductilité et ténacité à température ambiante. Afin de trouver de nouvelles applications à ces matériaux, les deux principaux défis pour les futures générations d'alliage sont l'augmentation de la température d'utilisation et l'amélioration des propriétés en fatigue thermomécanique. Dans cette optique, le présent travail consiste à établir un lien entre la microstructure des alliages TiAl et leur tenue en fatigue. Pour cela, des travaux expérimentaux et numériques sont réalisés à différentes échelles d'intérêt sur les quatre microstructures dites génériques de ces matériaux. Dans un premier volet expérimental, un lien entre microstructure et comportement mécanique cyclique est établi via la réalisation d'essais mécaniques à l'échelle macroscopique (i.e. réponse contrainte-déformation), et d'essais micromécaniques qui permettent d'étudier la répartition de la déformation dans la microstructure. Dans un deuxième volet numérique, un modèle de plasticité cristalline permettant de tenir compte des spécificités des microstructures à structure lamellaire des alliages TiAl est défini. Les comportements mécaniques cycliques des quatre microstructures génériques sont ensuite modélisés via la réalisation de calculs éléments finis sur microstructures virtuelles et homogénéisation numérique. Enfin, cette modélisation est utilisée afin de réaliser une analyse aux Indicateurs de Tenue en Fatigue (ITF). Cette analyse permet de comparer les tenues en fatigue des différentes microstructures et d'identifier les éléments microstructuraux qui pilotent la durée de vie en fatigue pour différents régimes de sollicitation. Les résultats obtenus permettent alors d'effectuer un retour vers la métallurgie en indiquant les zones à renforcer pour améliorer les propriétés en fatigue de futurs alliages.

## **Mots clés**

TiAl, Microstructures, Multi-échelles, Plasticité, Fatigue