



Étude de l'interdiffusion et de l'effet Kirkendall dans les alliages métalliques à base de nickel

Soutenance de thèse – Camille Salsi

22 février 2023 à 10 h

Salle Contensou – ONERA Châtillon

Devant le jury composé de :

Rapporteur :	Dominique Mangelinck	IM2NP, Université Aix-Marseille
Rapporteur :	Michel Perez	MATEIS, INSA Lyon
Examinateur :	Clément Keller	ENIT Tarbes
Examinateur :	Olivier Dezellus	LMI, Université Claude Bernard Lyon1
Examinatrice :	Cécilie Duhamel	Mines Paris
Examinatrice :	Laure Martinelli	CEA Saclay
Invitée :	Clara Desgranges	CEA Saclay
Directeur de thèse :	Daniel Monceau	CIRIMAT, INP Toulouse
Directeur de thèse :	Thomas Gheno	ONERA Châtillon

Résumé

Les matériaux de structure employés dans les turbines aéronautiques, soumis à des conditions extrêmes, nécessitent très souvent d'être revêtus pour être protégés de leur environnement agressif. Ces systèmes alliage-revêtement sont exposés à de hautes températures ($> 900\text{ °C}$), ce qui conduit à de l'interdiffusion entre l'alliage et le revêtement. L'interdiffusion est une source de vieillissement du système, car elle modifie localement les compositions de l'alliage et du revêtement, et potentiellement leurs microstructures. D'autres conséquences peuvent également apparaître comme la formation de porosité ou encore des déformations locales dues à l'effet Kirkendall. L'objectif de ces travaux de thèse est d'approfondir nos connaissances sur l'effet Kirkendall et ses conséquences, en utilisant des moyens récents de caractérisation et de modélisation. Les expériences sont réalisées avec des couples de diffusion d'alliages modèles du système Ni-Cr-Si. Tout d'abord, un protocole innovant a été mis en place afin de mesurer des champs denses de déformation en 2D par corrélation d'images sur les couples de diffusion. À partir de la corrélation d'images, la déformation induite par la diffusion peut ainsi être estimée dans la direction de diffusion ainsi que dans la direction normale à la diffusion. Dans un second temps, la porosité de Kirkendall a été mesurée quantitativement par tomographie X et par microscopie optique et ces résultats ont été comparés avec différentes méthodes de prévision. Cette étude a permis de mettre en avant la grande sensibilité du système Ni-Cr-Si aux données de mobilité. En effet, les données de mobilité de ce système ont dû être optimisées afin d'obtenir des prévisions de localisation de la porosité en accord avec les observations expérimentales. Par ailleurs, des analyses par tomographie X à différents stades de la diffusion ont permis de montrer un comportement des pores (déplacement et croissance) différent selon leur position vis-à-vis de l'interface du couple. Enfin, tous les résultats expérimentaux quantitatifs sont également comparés à des résultats de simulation 1D, en prenant en compte les lacunes et leurs cinétiques d'élimination sur deux types de puits : les dislocations et les pores. Ces comparaisons ont permis d'évaluer l'efficacité relative de ces différents puits par le biais d'une estimation des deux forces de puits.

Mots clés

Interdiffusion, effet Kirkendall, système Ni-Cr-Si, porosité, déformation, dislocations, simulation, corrélation d'images, tomographie.