

SOUTENANCE DE THÈSE

Mardi 11 décembre 2018, à 14h00

Salle Contensou, ONERA, 29 avenue de la division Leclerc 92320 Châtillon

Modélisation de la croissance des structures de Widmanstätten par la méthode des champs de phase

Hocine LEBBAD

Directeur de thèse : **Alphonse FINEL**

Co-encadrants de thèse : **Benoît APPOLAIRE & Yann LE BOUAR**

Jury composé de :

Mathis PLAPP	Directeur de Recherche CNRS, PMC, Palaiseau	Rapporteur
Muriel VÉRON	Professeure des Universités, SIMaP, Grenoble	Rapporteuse
Benoît APPOLAIRE	Professeur des Universités, IJL, Nancy	Examinateur
Sabine BOTTIN-ROUSSEAU	Maître de Conférences, INSP, Paris	Examinatrice
Sabine DENIS	Professeure des Universités, IJL, Nancy	Examinatrice
Alphonse FINEL	Directeur de Recherche ONERA, LEM, Châtillon	Examinateur
Ludovic THUINET	Maître de Conférences, UMET, Lille	Examinateur

Résumé :

L'arrangement complexe des phases d'un alliage métallique, appelé microstructure, conditionne fortement ses propriétés mécaniques. Pour les optimiser, il est essentiel de comprendre comment les microstructures apparaissent et évoluent. Nous nous intéressons ici à une microstructure en particulier, appelée Widmanstätten. Ces structures de morphologie aciculaire sont observées dans plusieurs alliages métalliques (aciers, laitons, alliages de titane, d'aluminium ...). Leur croissance, pilotée par la diffusion des éléments d'alliage, a lieu à vitesse constante en conditions isothermes. Plusieurs aspects de cette croissance restent cependant mal compris, ce qui justifie cette étude.

Grâce à la méthode des champs de phase, nous montrons tout d'abord que l'anisotropie de l'énergie élastique joue un rôle clé sur cette croissance, en 2D et en 3D. Nous observons par ailleurs que le rayon de courbure de la pointe ne dépend pas significativement de la dynamique mais résulte plutôt de la compétition entre énergie élastique et énergie d'interface. Puis, pour des alliages de titane, nous avons montré que notre modèle rend bien compte de la taille de la pointe. Nous avons ensuite développé deux modèles pour étudier le rôle joué par deux mécanismes différents de relaxation par déformation plastique : le premier repose sur la présence de dislocations d'accommodation à l'interface entre matrice et précipité et le second repose sur l'activité plastique dans la matrice. Nous avons observé que la plasticité ne modifiait pas le caractère stationnaire de la croissance mais modifiait la vitesse et la taille de la pointe. Enfin, nous avons développé un formalisme à une échelle plus fine capable de décrire la nucléation et la croissance de marches, souvent observées dans les structures de Widmanstätten. Une analyse préliminaire avec un champ non conservé sera présentée ici.

Mots-clés :

Widmanstätten, champ de phase, transformations de phase, élasticité, plasticité