

Compréhension du rôle délétère des macrozones dans les alliages de titane par simulations micromécaniques et analyse statistique

Les alliages de titane sont largement utilisés dans l'industrie aéronautique pour leurs propriétés mécaniques remarquables. Leur résistance spécifique élevée résulte notamment de microstructures bi-phasées α / β impliquant des arrangements complexes à différentes échelles ainsi que des anisotropies élastiques et plastiques marquées des deux phases. Toutefois, un abattement de propriétés encore difficile à prédire peut résulter de la présence de macrozones, qui sont des régions millimétriques où les éléments de microstructure présentent une texture locale (micro-texture) très marquée. Ces caractéristiques résultent de l'histoire thermo-mécanique des composants industriels, qui doit donc être adaptée en conséquence.

Ces dernières années, des travaux de recherche ont visé à améliorer la compréhension des conséquences des macrozones sur les propriétés mécaniques. En particulier, la caractérisation expérimentale de la déformation en présence de macrozones a permis d'identifier une influence notable sur la localisation et le développement de la déformation. Ces avancées ont été complétées par des simulations numériques en plasticité cristalline, qui permettent d'étudier les champs mécaniques à l'échelle de la microstructure, pour relier les caractéristiques des macrozones (dimensions, géométrie, degré de microtexture, etc.) avec le comportement du matériau. En effet, cette approche a l'avantage de permettre la génération de microstructures aux caractéristiques souhaitées, alors que ceci constitue un challenge expérimental. Cependant, la compréhension reste partielle et une prédiction fiable des conséquences sur le comportement exige une étude paramétrique plus complète. Le sujet du stage s'inscrit dans ce contexte.

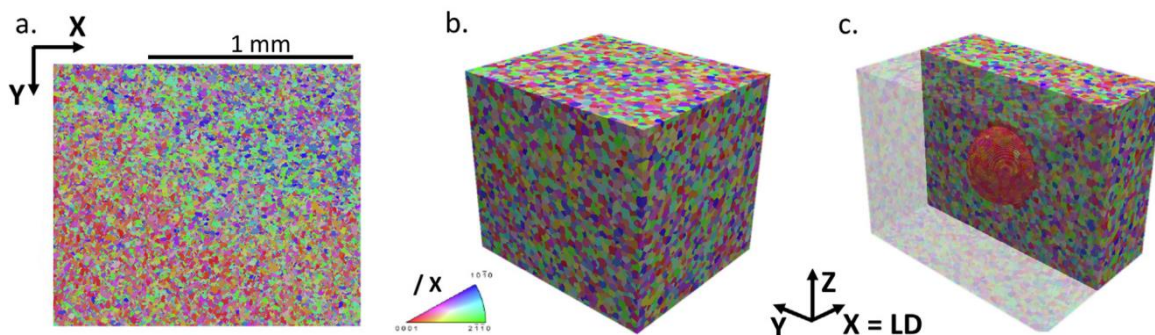


Figure 1 : Images illustrant la microtexture d'une microstructure réelle (a.), et la génération de microstructures virtuelles (b.) et (c.).

La démarche suivante sera mise en place pour compléter l'état des connaissances brièvement décrit ci-dessus. Un outil de génération de microstructures nouvellement développé sera utilisé pour concevoir une grande variété de microstructures contenant des macrozones. Une automatisation avancée de cette étape sera un élément clef pour pouvoir explorer le domaine des configurations possibles. Afin d'étudier le comportement micromécanique associé, des simulations des champs micromécaniques seront effectuées en plasticité cristalline par la méthode des transformées de Fourier rapides. Le code de calcul FoxTroT développé au sein du laboratoire sera utilisé. Cette technique permet de manipuler des données microstructurales d'un volume inégalé. Cet aspect est indispensable pour considérer à la fois l'échelle du nodule de phase α , dont la dimension caractéristique est de l'ordre de la dizaine de micromètres, et des macrozones, millimétriques. Enfin, des outils statistiques seront utilisés pour analyser le comportement mécanique en lien avec les caractéristiques des macrozones.

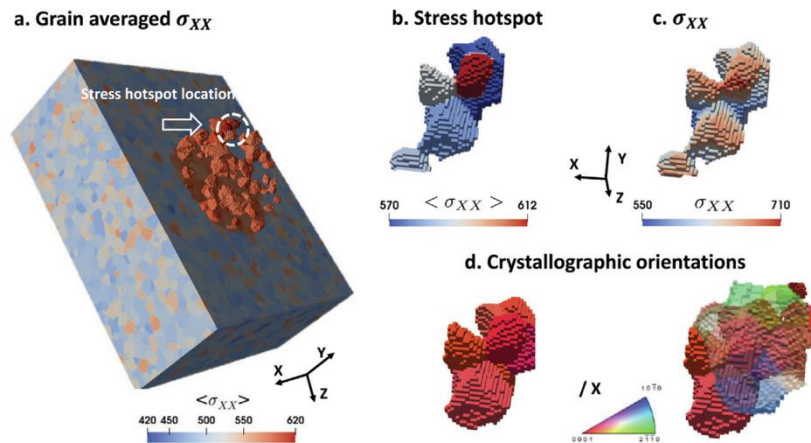


Figure 2 : Exemple d'étude des champs micromécaniques à l'échelle du précipité α , illustrant une hétérogénéité de contrainte en lien avec une macrozone

Un(e) étudiant(e) en Master 2 ou dernière année d'école d'ingénieurs avec une spécialisation en mécanique des matériaux ou sciences des matériaux est recherché(e) pour ce stage. Un goût pour la simulation numérique sera indispensable aux travaux à effectuer. Enfin, une bonne autonomie, des qualités de rédaction et une curiosité scientifique seront également appréciées. Le stage aura lieu à l'Institut Pprime au sein de l'équipe Endommagement et Durabilité qui est hébergée dans les locaux de l'ISAE-ENSMA. Merci d'envoyer un CV, une lettre de motivation et des bulletins de notes récents aux contacts ci-dessous pour toute candidature.

Laboratoire :

Institut Pprime

ISAE-ENSMA

1 Avenue Clément Ader, Téléport 2

86961 Futuroscope-Chasseneuil

Contacts :

Samuel Hemery (samuel.hemery@ensma.fr)

Azdine Naït-Ali (azdine.nait-ali@ensma.fr)