



Etude de la stabilité des phases dans les alliages à base de titane-aluminium-niobium

Lieu du stage : Centre des Matériaux et Safran Tech

Encadrants : Vladimir Esin (MINES ParisTech) et Pierre Sallot (SAFRANTECH)

Mots-clés : Stabilité thermodynamique, ThermoCalc, caractérisation microstructurale.

Contexte de l'étude

Les motoristes de l'industrie aéronautique ont besoin de matériaux de faible densité présentant, sur une large plage de température, le meilleur compromis de propriétés mécaniques et une bonne résistance à l'environnement. D'une part pour abaisser la consommation énergétique et réduire les efforts centrifuges des pièces, ils recherchent une diminution de masse. D'autre part, pour accroître le rendement et la poussée spécifique des turboréacteurs, ils cherchent à augmenter la température de fonctionnement des moteurs. Ces besoins expliquent l'intérêt croissant porté aux aluminures de titane γ -TiAl et α_2 -Ti₃Al, qui ont une bonne tenue mécanique et faible densité. Cependant leur ductilité limitée à température ambiante rend leur utilisation incertaine.

Le niobium a été identifié comme élément d'addition incontournable, puisqu'il améliore la ductilité d'une part, et a une action bénéfique sur la résistance à l'oxydation. La formation d'une phase, de structure orthorhombique et de stœchiométrie Ti₂AlNb, appelée phase O, a été mise en évidence pour des teneurs en niobium supérieures à 12,5 % at. Celle-ci présente, en particulier, une plasticité supérieure à celle de α_2 -Ti₃Al. Les propriétés des alliages Ti-Al-Nb dépendent donc des quantités relatives de différentes phases.

Objectifs du projet

L'objectif de ce stage est d'étudier la stabilité thermodynamique de différentes phases en fonction de la composition chimique des alliages et de la température. Dans un premier temps il s'agit de faire une analyse numérique à l'aide du logiciel Thermo-Calc en utilisant une base de données commerciale dédiée aux alliages à base de Ti-Al. Des évolutions des fractions des phases ainsi que de leurs compositions seront calculées en fonction des différents paramètres. Par la suite, une caractérisation microstructurale (DRX, MEB, EDS, MET) des alliages préalablement traités thermiquement sera utilisée pour valider des résultats de calculs et identifier ainsi des limitations de la capacité prédictive de la base de données. A partir des calculs numériques, l'analyse des résultats disponibles dans la littérature et des observations expérimentales des modifications des paramètres thermodynamiques qui décrivent les phases seront proposées.