

Proposition de sujet de thèse- Contrats Doctoraux 2017-2020

Titre du sujet	<i>Etude des mécanismes de plasticité à haute température d'alliages de titane : approche métallurgique de la formabilité</i>
Mots clefs	Alliages de titane, micro-mécanismes de plasticité à chaud, transformation de phase, texture cristallographique, superplasticité
Responsables	Directeur de thèse: DELAGNES Denis , 05 63 49 32 48 , denis.delagnes@mines-albi.fr Co-directeur de thèse : VIDAL Vanessa , 05 63 49 33 09, vanessa.vidal@mines-albi.fr
Laboratoire d'accueil	Institut Clément Ader – Mines Albi
Collaborations	<ul style="list-style-type: none"> - DEHMAS Moukrane (CIRIMAT-ENSIACET-Toulouse) - MATSUMOTO Hiroaki (Université de KAGAWA – JAPON)

1. Contexte de l'étude :

Les alliages de titane sont très largement utilisés dans le domaine aéronautique en particulier pour ses remarquables propriétés jusqu'à des hautes températures ($T < 500^{\circ}\text{C}$) (résistance, ténacité, fatigue, faible masse volumique, etc). Parmi les procédés de mise en forme de tôle des alliages de titane, le formage superplastique (SPF) est bien connu mais il présente l'inconvénient d'être coûteux et énergivore, notamment en raison des températures et des temps de cycles élevés. Dans un objectif constant de réduction de coût et d'augmentation de la qualité, des études sont en cours sur la possibilité de combiner des formages SPF à des formages «à chaud», plus économiques, car utilisant des temps de cycles courts et des températures moindres. Pour cela, il est nécessaire d'étudier et comprendre la formabilité des alliages de titane sur des gammes plus large de température (de 730°C à 920°C) et de vitesse de déformation (10^{-2} s^{-1} à 10^{-4} s^{-1}). Cette thèse s'inscrit dans cette vaste thématique développée à l'ICA-Albi et propose de traiter plus particulièrement de l'aspect métallurgique en vue d'intégrer, aux lois de comportement en température des alliages de titane (TA6V et Ti6242), des évolutions de paramètres microstructuraux.

2. Projet de thèse:

Les principaux enjeux de cette thèse concernent donc le lien entre microstructure et formabilité ainsi que les évolutions métallurgiques consécutives à la déformation à chaud ou superplastique (évolution de texture cristallographique, transformations de phases, recristallisation, grossissement de grains,...) et leur impact sur les propriétés finales des pièces.

Les travaux de thèse porteront sur l'alliage de titane TA6V qui est un alliage de titane bi-phasé ($\alpha + \beta$). En complément, nous envisageons également l'étude de l'alliage de titane Ti6242. Ces travaux ont pour objectif : i) la compréhension des micro-mécanismes de déformation intervenant lors d'une sollicitation mécanique à haute température, ii) l'étude de la dissolution de la phase α au chauffage et de la germination/croissance au refroidissement (collaboration avec Le CIRIMAT –ENSIACET) et l'impact de ces évolutions sur le développement de contraintes internes.

Le travail de thèse inclura une étude métallurgique des matériaux, avant, pendant et après traitements thermomécaniques, en combinant les méthodes de diffraction des rayons X et la

microscopie optique et électronique couplée à une analyse d'image afin d'identifier les phases présentes ainsi que leur orientation cristallographique préférentielle et de quantifier la taille de grain sous différentes sollicitations thermiques et/ou mécaniques. D'autres moyens expérimentaux tels que l'EBSD et la Microscopie électronique à transmission pourront être mis en oeuvre au Centre de microcaractérisation Raimond *Castaing* de Toulouse afin d'obtenir des informations à des échelles plus fines sur les mécanismes de déformation plastique. De plus, afin d'obtenir des informations originales « en temps réel » d'évolution métallurgique, une demande de temps de rayonnement synchrotron (grand instrument-ESRF) sera envisagée pour la mise en place d'essai « in-situ » sous différentes sollicitations thermomécaniques représentatives des conditions de formage. Ce type d'instrument est indispensable pour quantifier de façon assez précise les fractions volumiques de phase et la cinétique de transformation de phases au cours de sollicitations thermiques et thermo-mécaniques. Une attention particulière sera donc portée sur le pourcentage, les tailles et le rôle respectif des phases α et β lors de la déformation plastique et superplastique à haute température de l'alliage de titane TA6V pour au moins deux microstructures initiales différentes. En effet, dans le cadre d'une collaboration internationale avec l'Université de Kagawa (JAPON), il sera possible de modifier la taille initiale des nodules α par des étapes de laminage à chaud. Finalement l'ensemble de ces essais, observations et mesures « post-mortem » et « in-situ » permettra de mieux comprendre, à différentes échelles, les mécanismes de déformation induits lors du formage à chaud de l'alliage de titane TA6V mais aussi le développement de contraintes internes lors du refroidissement.

3. Profil du (de la) candidat(e)/ compétences recherchées :

Formation d'ingénieur ou master en science des matériaux / génie des matériaux / métallurgie avec de bonnes connaissances en mécanique des matériaux et idéalement en techniques de caractérisation. Il/elle devra posséder de bonnes compétences en métallurgie et être motivé(e) par les approches expérimentales. Goût pour la recherche et capacité à s'investir pleinement dans un sujet. Son sens pratique sera suffisamment développé pour qu'il/elle puisse réaliser, comprendre et interpréter les essais expérimentaux ainsi que les analyses. La maîtrise de la langue anglaise est indispensable.

4. Informations pratiques:

4.i. Financement

Salaire brut annuel : 21 611€ (hors activités complémentaires éventuelles, plafonnées à 64 HETD par an, et rémunérées au taux fixé par le MESR)

4.ii. Candidature / Contacts :

Le dossier de candidature devra être envoyé Denis DELAGNES et Vanessa VIDAL

Dr. Denis DELAGNES, Ecole des Mines Albi-Carmaux, Campus Jarlard, 81013 Albi CT Cedex 09

mail: denis.delagnes@mines-albi.fr, Tel. 05.63.49.32.48

Dr. Vanessa VIDAL, Ecole des Mines Albi-Carmaux, Campus Jarlard, 81013 Albi CT Cedex 09

mail: vanessa.vidal@mines-albi.fr, Tel. 05.63.49.33.09

Pièces à fournir (si possible)

- CV du candidat (1 page maximum)
- Lettre de motivation (1 page maximum) avec en particulier le projet professionnel d'après thèse,
- Attestation du responsable de M2/Ecole,
- Relevés de notes (licence, M1, diplôme d'ingénieur, diplômes étrangers)
- Relevé de notes du 1er semestre de M2/Ecole,
- Recommandations d'enseignants,