



### Moteurs d'avion : résistance record pour un nouvel alliage

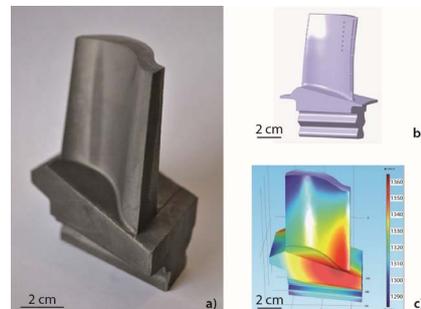
Novembre 2016

L'alliage développé par des métallurgistes du CEMES permet la réalisation de pièces complexes de moteurs d'avion offrant une résistance inégalée aux hautes températures.

Une équipe du Centre d'élaboration de matériaux et d'études structurales, le CEMES (Toulouse), vient de prendre une sérieuse option dans la définition de la prochaine génération de procédés permettant de réaliser des pièces complexes et résistantes à des températures élevées pour les moteurs d'avions. Leur alliage de titane et d'aluminium, avec lequel ils sont parvenus à façonner une aube de turbine de ces moteurs, offre en effet une résistance mécanique record à 800 °C.

Pour réaliser cet exploit, Alain Couret et son équipe ont dû relever deux défis. Tout d'abord, élaborer un procédé générique permettant de mouler des pièces à la géométrie alambiquée d'un seul tenant. De quoi limiter au maximum l'usinage. Leur méthode de prédilection : le *Frittage flash* qui consiste à mettre un alliage sous forme de poudre sous pression et à y appliquer un courant électrique pour le chauffer. En pratique, toute la difficulté est de réaliser un moule complexe permettant l'introduction de la poudre, puis l'application du courant et des bonnes contraintes mécaniques au bon endroit. D'un mot, « *il faut être capable de contrôler la matière en tout point et à tout moment* », résume Alain Couret. Chose faite dès 2011 avec le dépôt d'un premier brevet.

Parallèlement, les métallurgistes ont développé un nouvel alliage. L'enjeu : réaliser un matériau présentant une structure en grains lamellaires à l'échelle de quelques dizaines de microns. « *C'est la frontière entre les grains qui, en empêchant la propagation des fissures, donne sa solidité au matériau* », explique le scientifique. Mais dont les grains ne soient pas trop grands, « *sans quoi*

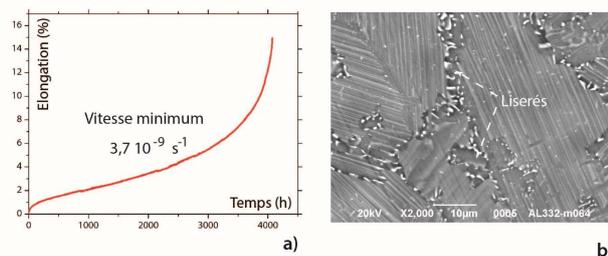


Préforme d'aube de turbine en alliage TiAl fabriquée en une seule passe par frittage flash. (a) pièce réalisée, (b) maquette numérique de l'aube correspondante et (c) modélisation thermoélectrique du procédé.

*l'alliage devient mou* », poursuit l'expert. Concrètement, cet alliage est à base de titane et d'aluminium, le nouvel eldorado des motoristes, car ces éléments permettent des densités deux fois moins importantes que les traditionnels alliages à base de nickel. Il incorpore également du tungstène à hauteur de 2 %. Le coup de maître des chercheurs toulousains : la détermination d'un cycle en température qui permette de déposer quasiment un à un et à la bonne place les atomes de tungstène en bordure des grains lamellaires. Résultat : un brevet déposé en 2013 et la démonstration récente de propriétés mécaniques aujourd'hui inégalées.

De quoi faire de ce procédé original le nouveau standard du domaine ? « *Nous avons démontré que la filière fonctionne, commente, prudent, Alain Couret. Il faut maintenant montrer qu'elle est viable industriellement.* » Dans ce but, un projet ANR (Agence Nationale de la Recherche) en partenariat avec Safran a récemment été déposé. Une chose est sûre : les scientifiques du CEMES sont plus que jamais dans la course !

Mathieu Grousson



Propriété et microstructure de l'alliage Ti-48W-2B0,08 densifié par SPS. (a) courbe de fluage à 700°C et 300 MPa qui montre une durée de vie de 4 000 heures. La vitesse minimale de fluage qui correspond à la pente de la courbe est de  $3,7 \cdot 10^{-9} \text{ s}^{-1}$ . (b) microstructure de l'alliage observée par microscopie électronique à balayage. On remarque la présence de liserés en périphérie des grains lamellaires.

### En savoir plus

[Mechanical properties of the TiAl IRIS alloy,](#)

Thomas Voisin, Jean-Philippe Monchoux, Marc Thomas, Christophe Deshayes et Alain Couret

*Metalurgical and Materials Transactions A* (2016) doi:10.1007/s11661-016-3801-3

### Contact chercheur

Alain Couret, directeur de recherche CNRS

### Informations complémentaires

Centre d'élaboration de matériaux et d'études structurales (CEMES)