



# **Matériaux sandwichs en composites à matrice céramique. Réalisation et caractérisation, modélisation du comportement thermo-mécanique.**



## **Contexte de l'étude :**

Les structures sandwichs sont usuellement mises en œuvre dans les domaines de l'aéronautique ou de l'aérospatial en raison de leur rigidité élevée en flexion et de leur faible masse spécifique. Elles optimisent de plus l'isolation thermique et l'absorption acoustique. Le développement de panneaux sandwichs en composites à matrice céramique (CMC) est une solution prometteuse pour des applications à très hautes températures. Dans cette optique, il est nécessaire (1) de maîtriser et d'optimiser le procédé d'assemblage par brasage de telles géométries et (2) de disposer d'outils de caractérisation et de modélisation thermomécaniques pour définir une structure optimale vis-à-vis du chargement thermique et mécanique. Une fois la structure sandwich optimale conçue, sa fabrication est un défi tout comme sa caractérisation mécanique à très haute température. Enfin le modèle peut être amélioré dans l'optique d'en faire un outil de dimensionnement.

## **Sujet :**

L'optimisation des matériaux sandwichs passe par le dimensionnement numérique et l'optimisation topologique. Elle est néanmoins limitée par la connaissance des propriétés thermomécaniques découlant du procédé mis en œuvre. Dans les cas des sandwichs en CMC, il est possible d'étendre ces bornes en travaillant sur le procédé de brasage, sur la caractérisation de l'interface âme/peau et plus généralement sur la réalisation de la topologie du matériau sandwich. De petites structures modèles seront réalisées afin de bien comprendre et maîtriser les interactions chimiques et physiques lors de la réalisation et de l'assemblage de CMC par brasage. Ces matériaux modèles devront résister aux milieux oxydants, aux hautes températures et aux sollicitations thermomécaniques complexes. Les points singuliers feront l'objet d'une attention particulière avec des suivis par microscopie et tomographie. C'est en particulier la liaison âme/peau, sa réalisation, sa caractérisation et sa modélisation qui seront centraux dans les travaux proposés. Enfin, l'ensemble des données obtenues permettront la mise en place d'un modèle de loi de comportement en vue du dimensionnement et de l'optimisation topologique.

## **Programme de travail**

1. Choix d'une famille de structures sandwich répondant à l'application et bornée par le procédé
2. Réalisation de petites structures, compréhension et optimisation du procédé de brasage.
3. Caractérisation morphologique et tests des structures (mécanique avec suivi in-situ par microscopie ou tomographie, haute température...)
4. Modélisation du comportement de l'interface et intégration dans un modèle thermomécanique de structure sandwich.

## **Techniques mises en œuvre :**

Chimie du procédé de brasage céramique ; réalisation de petites structures sandwichs ; caractérisation structurale, chimique, thermique et mécanique ; suivi in-situ du comportement mécanique à haute température par microscopie et tomographie aux rayons X ; Modélisation éléments finis ; Optimisation par la modélisation ;

**Conditions :** Thèse CEA – début en octobre 2021

## **Contacts :**

LCTS : ROGER Jérôme ([roger@lcts.u-bordeaux.fr](mailto:roger@lcts.u-bordeaux.fr)) ; CATY Olivier ([caty@lcts.u-bordeaux.fr](mailto:caty@lcts.u-bordeaux.fr))  
CEA : Francois Guillet ([francois.guillet@cea.fr](mailto:francois.guillet@cea.fr)) ; Alexandre Allemand ([allemand@lcts.u-bordeaux.fr](mailto:allemand@lcts.u-bordeaux.fr))