



## **Étude et mise au point d'un système de mesure optique innovant dédié aux cartographies thermiques sur composants aérospatiaux**

### **Problématique industrielle**

L'industrie aérospatiale recherche en permanence des solutions de mesures fiables de températures atteintes par leurs composants thermostrostructuraux critiques, et plus spécifiquement dans des zones inaccessibles par les techniques classiques (thermocouples, thermographie IR, ...) afin de définir un éventuel vieillissement de ces derniers et de mieux contrôler ainsi leur durée de vie et d'adapter en conséquence les opérations de maintenance par exemple.

Pour répondre à des contraintes de non-accessibilité ou d'intrusivité non souhaitée, la méthode la plus utilisée dans ce cas est l'utilisation de peintures thermosensibles (PTS ou peintures thermochromes) qui ont la propriété de pouvoir changer de couleur en fonction de la température à laquelle elles ont été exposées.

Ces peintures présentent néanmoins deux inconvénients majeurs. Premièrement, les résolutions thermiques permises sont assez faibles (quelques dizaines voire centaine de degrés) en raison du caractère discret des changements de couleurs. D'autre part, de nombreux composés de ces peintures font désormais l'objet de restrictions environnementale (directive REACH). Il est ainsi nécessaire de développer des solutions alternatives.

### **Contexte et objectifs du stage**

Au cours de l'année 2019, NDT°physics, en partenariat avec l'Institut Clément Ader de l'école des MINES d'Albi, a développé de nouvelles solutions de revêtements photoluminescents thermosensibles, ainsi qu'un système de mesure optique innovant associé et dédié aux cartographies thermiques à l'attention du secteur aérospatial. Un premier prototype du système de lecture a été réalisé à l'échelle laboratoire.

La caractérisation des nouveaux marqueurs thermosensibles, ainsi que l'estimation de la robustesse du marqueur vis à vis des conditions expérimentales a été réalisée lors d'un premier stage de Master I en 2019. Un premier montage expérimental du système de mesure optique a aussi été réalisé.

Ce système de mesure sera utilisé dans le cadre de développement de nouveaux composants thermostrostructuraux dans l'aérospatiale (développement moteur et/ou toute autre constituants soumis à de températures extrêmes) et/ou dans le cadre de procédures de maintenance de lanceurs et engins spatiaux réutilisables (Space X, Themis, Blue Origin, etc.) afin de vérifier que les composants sensibles n'ont pas été soumis à de hautes températures susceptibles d'altérer leurs fonctions.

L'objectif de ce stage est de fiabiliser un premier système de mesure de cartographie thermique innovant réalisé en 2019 sur le banc thermo-optique de l'Institut Clément Ader - IMT MINES d'Albi (plateforme MIMAUSA) et de définir les paramètres optimaux de réglage sur le système de mesure optique constitué d'une caméra CCD (temps d'intégration, timing, etc.) couplée à une source LED via un microcontrôleur (une carte électronique programmable) et son logiciel multiplateforme (approche ARDUINO).



## Déroulement du stage

La première partie du stage consistera à intégrer les phénomènes physico-chimiques mis en jeu lors d'utilisation des peintures thermosensibles pour des applications de mesures de température (off-line et on-line). Puis l'étudiant(e) devra s'approprier le banc de mesure thermo-optique de l'ICA et plus spécifiquement le montage associant une source LED, une caméra CCD et son pilotage ARDUINO mise en œuvre en 2019.

Par la suite, le stage va consister à fiabiliser cette méthode de mesure de champs innovantes pour la détermination de cartographies de températures et fournir les éléments nécessaires à une pré-industrialisation du système de mesure complet en fin de stage.

**Profil recherché :** Ce stage s'adresse à des étudiants de 4<sup>ième</sup> année d'école d'Ingénieur ou équivalent dans les domaines de l'instrumentation et/ou des Science des Matériaux. Une expérience et des connaissances en mesures physiques et instrumentation sont attendus. Une expérience et des connaissances dans la caractérisation physico-chimique des matériaux seraient également souhaitées.

**Employeur:** NDT°physics

**Laboratoire d'accueil :** Institut Clément Ader – IMT Mines Albi-Carmaux (lieu du stage)  
Campus Jarlard, 81013 Albi  
Possibilité de se loger sur place à la résidence de l'École des Mines

**Encadrement :** Lilian Martinez (06 33 21 37 56) [lilian.martinez@ingenierie-at-lyon.org](mailto:lilian.martinez@ingenierie-at-lyon.org)  
Thierry Sentenac (05 63 49 30 61) [thierry.sentenac@mines-albi.fr](mailto:thierry.sentenac@mines-albi.fr)  
Étienne Copin (05 63 49 32 82) [etienne.copin@mines-albi.fr](mailto:etienne.copin@mines-albi.fr)

**Période :** Mai 2020 – Août 2020 (4 mois)

**Rémunération:** 565€/mois

**Contact:** Lilian Martinez (06 33 21 37 56) [lilian.martinez@ingenierie-at-lyon.org](mailto:lilian.martinez@ingenierie-at-lyon.org)