

# **Étude de revêtements photoluminescents pour la mesure de l'histoire thermique à haute température (1100°C-1500°C)**

## **Problématique industrielle**

La connaissance des températures auxquelles sont exposés les composants est un facteur clé dans le dimensionnement des systèmes fonctionnant à haute température. Cependant, les méthodes de mesure conventionnelles (thermocouple, thermographie IR) ne sont pas toujours adaptées, notamment pour des raisons d'accessibilité ou d'intrusivité dans le cas de systèmes confinés. 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. Une fois les pièces d'intérêt revêtues, le système étudié est assemblé puis testé en conditions stationnaires pendant une durée pré-déterminée. L'analyse des changements de couleurs après désassemblage permet d'identifier les points chauds et de construire des cartes de la température vue par les composants (histoire thermique des pièces).

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**

Une des alternatives les plus prometteuses aux PTS sont les revêtements photoluminescents marqueurs de l'histoire thermique. Ces marqueurs, constitués d'une matrice inorganique inerte dopée avec des ions luminescents, ont la particularité de posséder des propriétés de photoluminescence (émission de photons lorsqu'ils sont excités avec des photons) qui évoluent de manière permanente et continue avec la température à laquelle ils ont été exposés. Ces propriétés sont mesurables facilement à l'aide de photodétecteurs standards, permettant ainsi une résolution thermique bien supérieure à celle des peintures thermiques (quelques degrés).

La société LISAP a développé et exploité entre 2003 et 2008 un marqueur photoluminescent monodopant permettant de déterminer l'histoire thermique dans la plage 1100°C-1500°C pour des applications spatiales à partir de mesure d'intensité de luminescence absolue. La nouvelle société NDT<sup>o</sup>physics qui a pris la suite de cette activité a développé une solution bi-dopants dans le but de mettre en place une méthode de mesure intensimétrique plus robuste, en association avec l'Institut Clément Ader - IMT Mines Albi qui étudie ce type de marqueurs luminescents depuis plusieurs années.

L'objectif de ce stage est d'étudier ce nouveau marqueur de l'histoire thermique photoluminescent pour déterminer notamment ses performances dans la plage de température visée (1100°C-1500°C). La mise de place de méthodes de mesure de champs innovantes pour la détermination de cartographies de température sera également à réaliser. Dans l'optique d'une future industrialisation du système de mesure pour une intervention sur site, la conception d'un système de mesure à caractère 'mobile' sera aussi abordée dans la deuxième partie du stage.

## **Déroulement du stage**

Les matériaux à étudier (revêtements bi-dopants sur supports métalliques/céramiques traités à différentes températures) seront fournis par la société NDT°physics, le candidat pourra directement se concentrer sur la réalisation des objectifs. La démarche du stage consiste principalement en une approche expérimentale du problème:

- Caractérisation des marqueurs sous forme de revêtements et de poudres à l'aide de méthode de caractérisation standards des matériaux (diffraction des rayons X, microscopie, profilométrie, granulométrie laser etc.),
- Caractérisation de l'évolution des propriétés de fluorescence avec la température de traitement thermique (intensité et temps de vie de fluorescence) et détermination des performances pour marquer l'histoire thermique,
- Test de la robustesse du marqueur vis à vis des conditions expérimentales (sources d'excitation, conditions d'observation, durée de traitement thermique etc.)
- Mise en oeuvre de méthodes de mesure de champs innovantes pour la détermination de cartographies de température, et conception d'un système de mesure 'mobile' pour utilisation sur site.

**Profil recherché :** Ce stage s'adresse à des étudiants de niveau Master II recherche ou équivalent dans le domaine de la Science des Matériaux. Une expérience et des connaissances dans la caractérisation physico-chimique des matériaux sont nécessaires. Une expérience et des connaissances en mesures physiques et/ou en instrumentation serait un plus.

**Employeur:** NDT°physics

**Laboratoire d'accueil :** Institut Clément Ader – IMT Mines Albi (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 :** Février/Mars 2019 – Juillet/fin Août 2019 (6 mois)

**Rémunération:** 531€/mois

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