

PROPOSITION DE SUJET DE THESE

Intitulé : Simulation de la signature optique des peintures spatiales par les rayonnements de l'environnement spatial.

Référence : **PHY-DPHY-2026-13**
(à rappeler dans toute correspondance)

Début de la thèse : Octobre 2026

Date limite de candidature : mars 2026

Mots clés

Modèle, propriétés optiques, revêtements spatiaux, vieillissement

Profil et compétences recherchées

Nous recherchons un étudiant Physicien Master et/ou 5eme année école d'ingénieur ayant des connaissances des propriétés optiques des matériaux dans des domaines comme l'optique, la physique du solide, la physique des matériaux.

Profil physicien généraliste avec spécialité en optique ou physique du solide et/ou physique de la matière. Avec un goût pour la modélisation.

Les écoles et formations types :

Master optique (Université de Saint Etienne, Université de Troyes,...)

Ecoles d'ingénieurs (Institut d'optique, INSA Lyon, Toulouse, Rennes, Ecole des Mines d'Albi, Polytech, Telecom Physique Strasbourg, PHELMA,...)

Présentation du projet doctoral, contexte et objectif

La maîtrise des propriétés optiques des matériaux de surface est cruciale pour les domaines de l'aéronautique et de l'espace. Ces propriétés influencent à la fois l'équilibre thermique des systèmes et la qualité d'observation des scènes. Cependant, dans l'espace, les capacités d'émission et d'absorption de la lumière des matériaux se dégradent sous l'effet des radiations ionisantes. Les satellites, en orbite proche de la Terre, traversent les ceintures de radiation de Van Allen, exposés à des flux d'électrons et de protons qui provoquent des altérations chimiques et modifient ainsi leurs propriétés optiques. Comprendre et prédire l'évolution de ces propriétés au cours de la vie des matériaux est donc essentiel pour les projets spatiaux, qu'il s'agisse de surveillance de l'espace, de gestion thermique des satellites ou de la performance des générateurs solaires.

Dans le cadre des projets spatiaux, la caractérisation des propriétés thermo-optiques des matériaux est principalement réalisée expérimentalement. Cependant, l'utilisation de modèles de simulation numérique, bien que moins courante, revêt un intérêt particulier pour évaluer les propriétés des matériaux en fin de vie sur des orbites spécifiques. Un code de transfert radiatif basé sur la méthode de Monte Carlo a été développé lors d'une thèse précédente.

Les objectifs de ce projet sont :

- Développer un modèle physique de dégradation de la signature optique des matériaux irradiés et l'intégrer dans un code de transfert radiatif de Monte Carlo (existant).
- Caractériser les réflectances et transmittances (BRDF) de peintures avant et après irradiation (électrons de 1 MeV, protons de 1 MeV) et, en comparant les simulations aux mesures, établir des lois de vieillissement en fonction de la dose appliquée.
- L'objectif final est de mettre à profit cette connaissance pour affiner les procédures de caractérisation des revêtements de contrôle thermique dans les projets spatiaux. Cette thèse se déroulera en collaboration entre les départements d'optique (DOTA) et d'instrumentation spatiale (DPHY) de l'ONERA, et les résultats seront partagés avec le CNES.

Collaborations envisagées

CNES

Laboratoire d'accueil à l'ONERA

Département Physique, instrumentation, environnement, espace

Lieu (centre ONERA) : TOULOUSE

Contact : Simon LEWANDOWSKI

Tél. : 05 62 25 25 56

Email: simon.lewandowski@onera.fr

Directeur de thèse

Nom : Christophe INGUIMBERT

Laboratoire : ONERA-DPHY

Tél. : 05 62 25 27 34

Email : christophe.inguimbert@onera.fr

Codirection :

Nom : Romain CEOLATO

Laboratoire : ONERA-DOTA

Tél. : 05 62 25 26 17

Email : romain.ceolato@onera.fr

Pour plus d'informations : <https://www.onera.fr/rejoindre-onera/la-formation-par-la-recherche>