ONERA
THE FRENCH AEROSPACE LAB

www.onera.fr

PROPOSITION DE SUJET DE THESE

Intitulé : Tomographie quantitative par rayons X en contraste de phase pour les matériaux composites carbonés foudroyés

Référence : **PHY-DPHY-2024-03**
(à rappeler dans toute correspondance)

Début de la thèse : Octobre 2024	**Date limite de candidature :** Juillet 2024

Mots clés : Imagerie de rayons X, tomographie, méthode optique avancée, méthode d'extraction de phase, composite carboné, endommagement thermomécanique, foudre, interaction rayonnement-matière.

Profil et compétences recherchées : L'étudiant(e) doit avoir :

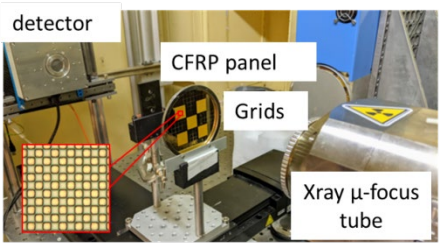
- un fort attrait pour la physique expérimentale et les chaines d'acquisitions optiques
- une formation en physique (optique/interaction rayonnement ionisant-matière/métrologie) pouvant inclure des notions de science des matériaux
- une bonne connaissance des langages de programmation informatique (Python / C, C++, Matlab...)
- la connaissance des codes de transport de particules Monte Carlo serait un plus.

A l'issue de la thèse, l'étudiant(e) aura développé des compétences en :

- contrôle non destructif r-X sur une thématique émergente, avec une forte demande industrielle
- méthodes de reconstruction 3D et d'analyse de front d'onde
- méthodes d'apprentissage profond
- matériaux composites et la physique de leur endommagement
- simulation numérique
- résolution de problème, travail en équipe, gestion de projet, communication orale et écrite.

Présentation du projet doctoral, contexte et objectif

Depuis 2013 une collaboration entre le CEA et l'ONERA, membre de l'Université Paris Saclay, développe des méthodes d'imagerie par rayons X en contraste de phase, notamment par interférométrie à décalage multi latéral. En complément de l'information en absorption, le déphasage des rayons X apporte un contraste et une sensibilité complémentaire à l'absorption notamment pour les matériaux de faible numéro atomique ou peu dense.



La collaboration se concentre maintenant sur le développement de méthodes quantitatives dédiées aux matériaux carbonés de type CFRP (Carbon Fiber Reinforced Polymer), qui sont à la base de la transition vers une aviation durable. Des travaux de caractérisation quantitative 2D de CFRP foudroyés ont clairement montré l'apport de l'imagerie de phase.
Le challenge ici est de passer à de l'imagerie 3D. Pour cela, ce travail de thèse consistera à optimiser toute la chaine d'acquisition, en proposant des stratégies d'acquisition et de traitement d'image adaptées à l'imagerie de phase. Il s'agira aussi d'adapter des méthodes de reconstruction tomographique, en se basant en autre sur des aprioris liés au CFRP. Des approches s'appuyant sur de l'apprentissage profond seront notamment investiguées.

Cette thèse s'effectuera à la fois à l'ONERA sur le site de Palaiseau et au CEA sur le site de Saclay dans des équipes couvrant un large panel de thématiques (Mesure de phase, diagnostique en environnement sévère, modèle numérique, traitement d'image et reconstruction tomographique, imagerie par rayons X) enrichissantes pour le/la doctorant/e.

Collaborations envisagées ONERA/DOTA, ONERA/DMAS (Département Matériaux et Structures), CEA List, ESRF	
Laboratoire d'accueil à l'ONERA Département : Physique, instrumentation, environnement, espace Lieu (centre ONERA) : Palaiseau **Contact** : Amélie Jarnac Email : amelie.jarnac@onera.fr	**Directeur de thèse** Nom : Stolidi Adrien Laboratoire : CEA List (Saclay) Email : adrien.stolidi@cea.fr

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