



Imagerie de phase en rayons X haute résolution pour le contrôle non-destructif de matériaux composites

High resolution X-ray phase imaging for non-destructive testing of composite materials

Soutenance de thèse – Georges Giakoumakis

Vendredi 17 Juin 2022, à 14h00

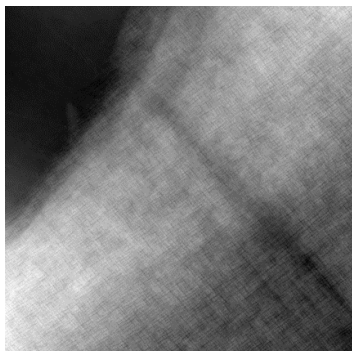
Amphithéâtre 31, CEA Saclay, Bâtiment DIGITEO, 91191 Gif-sur-Yvette

Devant le jury composé de :

Valérie Kaftandjian	Professeure, Université de Lyon, INSA Lyon	Rapporteuse
Pascal Picart	Professeur, Le Mans Université, LAUM	Rapporteur
Franck Delmotte	Professeur, Université Paris Saclay, Institut d'Optique Graduate School	Examineur
Amélie Ferré	Maître de conférence, Aix Marseille Université, LP3	Examinatrice
Adrien Stolidi	Ingénieur – Chercheur, Université Paris Saclay, CEA, List	Encadrant de thèse
Jérôme Primot	Directeur de recherche, Université Paris Saclay, ONERA	Directeur de thèse

Résumé :

L'imagerie par rayons X est fortement développée dans de nombreux domaines de notre société, notamment dans les milieux industriels, médicaux ou sécuritaires. Classiquement son utilisation repose sur la mesure d'atténuation des rayons X, bien adaptée pour imager des matériaux denses (métaux, os, armes, ...) car fortement atténuants et amenant du contraste à l'image. Toutefois, il existe un large panel de matériaux d'intérêt peu atténuants (composites, fibres carbonées, tissus mous, explosifs, ...) et difficiles à imager par les techniques classiques. Les rayons X, en plus de leur atténuation, subissent un déphasage qui est d'autant plus important que le matériau traversé est peu atténuant. La mesure de ce déphasage, notamment à travers l'ajout d'un réseau de diffraction sur le trajet du faisceau, permet de remonter à la géométrie de l'objet observé. L'imagerie associée à cette mesure est appelée imagerie de phase par interférométrie à décalage multi-latéral (IDML). Par ailleurs,



la mesure de phase n'est pas directe à la mesure et nécessite des algorithmes spécifiques d'extraction pouvant amener des erreurs d'estimation. Mon travail de thèse a ainsi consisté à corriger ces erreurs d'estimation à travers le développement de plusieurs méthodes de traitement d'image. La première méthode s'applique aux erreurs liées au sous-échantillonnage du signal par l'IDML ; la deuxième méthode cherche à minimiser le bruit de mesure par l'exploitation de la redondance des données accessibles. Ces deux approches complémentaires ont permis d'améliorer significativement la qualité

des images de phase produites, avec une application sur des matériaux composites.

Mots clés : Instrumentation par rayons X, Contrôle non-destructif, Traitement image, Interférométrie, Démodulation du signal