

Offre de thèse CIFRE

JEMSA : JET ELECTRO-MAGNÉTIQUE OBTENU PAR STRUCTURATION

L'Institut Pascal et l'entreprise Michelin, en collaboration avec l'Université Jean Monnet à Saint Étienne, proposent une offre de contrat CIFRE ayant pour sujet l'optimisation de jet électromagnétique. Ce financement a d'ores et déjà été obtenu dans le cadre de Factolab, le laboratoire commun entre l'Institut Pascal et Michelin. Il concerne l'application de techniques de simulation et d'optimisation avancées pour les appliquer au jet électromagnétique, avec à l'esprit les applications en Contrôle Non Destructif (CND), un sujet d'une grande importance pratique.

Objectifs

Un Jet Electro-Magnétique (JEM) est champ électro-magnétique hyper-fréquence concentré dans la direction transverse, pour avoir une résolution spatiale excellente, mais étiré dans la direction longitudinale, ce qui permet de sonder la matière en profondeur. Les caractéristiques du jet sont déterminées par un objet usiné diélectrique appelé perturbateur, dont le rôle est de produire le plus efficacement possible cette distribution spatiale particulière. L'approche par JEM est donc fondamentalement liée au champ proche, et on dispose de peu d'intuition et de règles de design pour améliorer les structures existantes. Les objectifs du projet JEMSA peuvent, dans ce contexte, se résumer ainsi :

- Mettre en place des outils de simulation et couplage à des outils d'optimisation pour trouver des géométries d'antennes permettant la meilleure résolution spatiale possible.
- Comprendre le comportement physique des structures trouvées par optimisation, pour en déduire d'éventuelles règles de conception et pour valider ou non les solutions obtenues par optimisation.
- Enrichir les connaissances et les méthodes sur le comportement du Jet Electromagnétique et sa dépendance vis à vis de la structure qui le génère, d'un point de vue plus fondamental.

Les JEM ont suscité ces dernières années un intérêt grandissant, à la fois pour les interrogations sur la physique sous-jacente, mais aussi parce qu'ils trouvent une application directe dans le CND, suscitant l'intérêt des industriels.

Encadrement et collaboration

- L'équipe ELENA de l'Institut Pascal est spécialisée dans la résolution des équations de Maxwell, l'optimisation numérique [1, 2] et l'analyse physique de la focalisation en champ proche. L'Institut Pascal est le partenaire coordinateur du projet.

- Le Laboratoire Hubert Curien possède une expertise reconnue des JEM [3] (y compris en simulation) et dispose de moyen de fabrication et de caractérisation qui permettront de tester expérimentalement rapidement les designs produits.
- L'entreprise Michelin est le partenaire industriel du projet et collabore sur ce sujet avec des équipes universitaires depuis plusieurs années.

Compétences recherchées

Ce sujet de thèse vise à former une numéricienne ou un numéricien qui puisse allier des compétences numériques (code en Python notamment, utilisation de bibliothèques d'optimisation et de logiciels de simulation avancés tels HFSS / COMSOL/ MEEP) avec une expertise physique. La candidate ou le candidat devra donc avoir une formation de base en physique (notamment physique des ondes, comme l'optique ou les hyperfréquences), être familier avec Python et avoir une appétence marquée pour la simulation et les méthodes numériques. Une connaissance des logiciels de simulations mentionnés au dessus est un véritable avantage.

Modalités pratiques

La thèse se déroulera principalement entre l'Institut Pascal et l'entreprise Michelin, à Clermont-Ferrand. Elle devrait début septembre 2024, pour une durée de 3 ans. Idéalement, le lauréat sera connu avant l'été. Le salaire sera selon les normes des bourses CIFRE.

Pour tout information supplémentaire ou pour poser une candidature (comprenant un CV complet et une lettre de motivation), écrire à antoine.moreau@uca.fr.

References

- [1] Mamadou Aliou Barry, Vincent Berthier, Bodo D Wilts, Marie-Claire Cambourieux, Pauline Bennet, Rémi Pollès, Olivier Teytaud, Emmanuel Centeno, Nicolas Biais, and Antoine Moreau. Evolutionary algorithms converge towards evolved biological photonic structures. *Scientific reports*, 10(1):12024, 2020.
- [2] Pauline Bennet, Denis Langevin, Chaymae Essoual, Abdourahman Khaireh-Walieh, Olivier Teytaud, Peter Wiecha, and Antoine Moreau. Illustrated tutorial on global optimization in nanophotonics. *J. Opt. Soc. Am. B*, 41(2):A126–A145, Feb 2024.
- [3] Hishem Hyani, Bruno Sauviac, Gérard Granet, Bernard Bayard, Stéphane Robert, and Kofi Edee. Electromagnetic jet produced with loaded waveguide ended by an optimized multi-rectangular sections tip. *Journal of Electromagnetic Waves and Applications*, 37(18):1587–1596, 2023.

