

*Offre de thèse CIFRE*

# DÉVELOPPEMENT DE MÉTHODES D'ÉVALUATION DES SIGNAUX HYPERFRÉQUENCES POUR LE CONTRÔLE NON DESTRUCTIF DE POLYMÈRES À STRUCTURES HÉTÉROGÈNES

L'Institut Pascal et l'entreprise Michelin proposent une offre de contrat CIFRE ayant pour sujet le développement de méthodes décalées pour traiter des signaux hyperfréquences complexes. Le poste est axé sur le projet intitulé « Développement de méthodes d'évaluation des signaux Hyperfréquence pour le Contrôle Non Destructif de polymères » 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**

Les hyperfréquences sont couramment utilisées en Contrôle Non Destructif pour sonder la matière[1]. Si dans le cas des matériaux simplement structurés l'analyse des signaux reçus par les sondes est analysable facilement, la présence de milieux plus complexes impose de se tourner vers des méthodes avancées couplant l'analyse du signal à de la simulation et en utilisant des outils numériques avancés. C'est justement l'amélioration de ce type d'outil dans les dernières années qui peut mener à une nouvelle génération d'outils de CND. C'est évidemment un sujet d'une grande importance pratique, notamment dans un cadre industriel.

Les objectifs du projet peuvent se résumer ainsi :

- Développer des outils avancés de traitement et d'analyse de signaux pour le CND dans le domaine des hyperfréquences.
- Analyser les données recueillies pour mieux comprendre les phénomènes en lien avec les polymères complexes - et mettre au point des plans d'expérience si nécessaire.
- Renforcer la collaboration sur ces sujets entre les partenaires, pour continuer à développer ces projets dans le futur.

## **Encadrement et collaboration**

- L'équipe ELENA de l'Institut Pascal est spécialisée dans la résolution des équations de Maxwell, l'optimisation numérique et l'analyse physique des structures allant du plus simple[2] au plus complexe[3].
- L'entreprise Michelin est intéressée de façon évidente par les thématiques ayant trait aux nouvelles méthodes de CND, pour des applications industrielles immédiates.

## Compétences recherchées

Ce sujet de thèse vise à former une numérique ou un numérique qui puisse allier des compétences numériques (code en Python ou Matlab/Octave, techniques avancées de résolution des problèmes inverses) avec une expertise physique (notamment concernant la simulation, en utilisant les outils développés en interne à l'Institut Pascal notamment). La candidate ou le candidat devra donc avoir une formation de base en physique (notamment physique des ondes, comme l'optique électromagnétique et des notions sur les hyperfréquences), être familier avec Python (numpy) ou Matlab/Octave et avoir une appétence marquée pour la simulation et les méthodes numériques. Il est aussi particulièrement important pour ces sujets complexes de savoir travailler en équipe.

## 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](mailto:antoine.moreau@uca.fr).

## References

- [1] Reza Zoughi. *Microwave non-destructive testing and evaluation principles*, volume 4. Springer Science & Business Media, 2000.
- [2] Pauline Bennet, Denis Langevin, Chaymae Essoual, Abdourahman Khairah-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] 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.

