

Sujet de thèse : Analogie microonde appliquée à l'étude de la diffraction par des arbres, par des particules atmosphériques et des micro-organismes

Laboratoire : Institut Fresnel, Marseille
 Directeur de thèse : Rodolphe Vaillon (rodolphe.vaillon@insa-lyon.fr)
 Coordonnées : CETHIL, UMR CNRS 5008 – INSA de Lyon - UCBL
 Bât. Sadi Carnot ; INSA de Lyon, 20, avenue A. Einstein
 69621 VILLEURBANNE cedex
 Co-encadrant : J-M Geffrin (Jean-Michel.Geffrin@fresnel.fr, 07 82 28 75 93)

Description du sujet :

Par « **analogie microonde** », on peut étudier les interactions ondes-matière. La diffraction par des analogues centimétriques de nano-particules (agrégats de type suie [1] et semi-conducteurs [2]) et d'arbres [3] a déjà été mesurée par des chercheurs de l'Institut Fresnel au Centre Commun de Ressources en Microondes (CCRM). En effet, comme les interactions ondes-matière sont invariantes par translation d'échelles, pour pouvoir bénéficier des performances rares de la **chambre anéchoïque** du CCRM, il « suffit » d'utiliser le principe d'analogie microonde. Il s'agit de faire subir aux objets étudiés une double translation d'échelle pour conserver à la fois le rapport dimension sur longueur d'onde et les caractéristiques diélectriques des matériaux.

Des exemples d'avancées scientifiques peuvent être trouvés dans les domaines de la microscopie optique en champ proche (SNOM en anglais pour Scanning Near-field Optical Microscope), de l'astrophysique pour l'étude des particules interstellaires, des métamatériaux et plus récemment pour des nano-antennes. L'équipe HIPE de l'Institut Fresnel, travaille sur l'analogie microonde depuis une dizaine d'années avec le Centre d'Énergétique et de Thermique de Lyon (CETHIL) [4-5], dont R. Vaillon, co-directeur de cette thèse.

A l'heure actuelle, la mise en œuvre complète des principes de l'analogie microonde est limitée par : 1) la difficulté de fabriquer des objets analogues de morphologie arbitraire, 2) de disposer de matériaux ayant les propriétés électromagnétiques souhaitées, 3) de réaliser des mesures pour toutes les directions de diffusion autour des objets. Chacun des trois verrous doit pouvoir être levé par : 1) exploitation et extension de technologies **d'impression 3D**, 2) élaboration de mélanges et de microstructures pour atteindre les **propriétés électromagnétiques** souhaitées, 3) extension du système de mesure actuel pour réaliser des **mesures 3D**.

L'objectif de cette thèse qui se déroulera à l'Institut Fresnel et au CCRM à Marseille est donc de contribuer à résoudre ces trois problématiques ce qui permettra d'étendre considérablement les capacités de mise en œuvre actuelles des principes de l'analogie microonde. Elles seront appliquées à des cas d'étude concrets comme la **diffraction par des arbres** (en présence de cible ou pas), des **particules atmosphériques** (aérosols, suie), des **micro-organismes**, ou encore des **nano-antennes**. Le travail comportera donc une forte composante expérimentale et une expérience dans le domaine de la mesure en électromagnétisme (antennes, analyseur de réseau, ...) constituera un atout. Ce travail qui portera également sur l'amélioration, le pilotage du dispositif et le traitement des mesures sera réalisé en étroite collaboration avec nos partenaires (CETHIL à Lyon, CTTM au Mans, L2E à Paris, IMS à Bordeaux, ...).

Références bibliographiques :

- [1] Merchiers O., Eyraud C., Geffrin J.-M., Vaillon R., Stout B., Sabouroux P., & Lacroix B., *Microwave measurements of the full amplitude scattering matrix of a complex aggregate: a database for the assessment of*
- [2] Geffrin J.-M., et al., *Magnetic and electric coherence in forward- and back-scattered electromagnetic waves light scattering codes. Optics express*, 18(3), 2056-2075 (2010).
- [3] Bellez S., Roussel H., Dahon C., Geffrin J.-M., *A rigorous forest scattering model validation through comparison with indoor bistatic scattering measurements, Prog In Electromag. Research B*, 33, 1 – 19 (2011).
by a single dielectric subwavelength sphere, Nature Communications, 3, 1171 (2012).
- [4] Vaillon R., Geffrin J.-M., Eyraud C., Merchiers O., Sabouroux P., & Lacroix B., *A new implementation of a microwave analog to light scattering measurement device. JQSRT*, 112(11), 1753-1760 (2011).
- [5] Eyraud C., Vaillon R., Litman A., Geffrin J.-M., Merchiers O., *Polarization effects in 3D vectorial-induced current reconstructions, Journal of Optical Society of America A*, 30(10), 1967-1974 (2013).