

Imagerie avancée

Dans le cadre de cette thématique de recherche, le développement et l'optimisation de techniques non conventionnelles **d'imagerie polarimétrique** (imagerie spectro-polarimétrique, imagerie opto-hyperfréquence,...) et **d'imagerie de photons balistiques** à travers les milieux diffusants fournissent les outils nécessaires pour mieux comprendre l'interaction de la lumière polarisée avec la matière. Ces thématiques ont à terme pour vocation d'être étudiées dans le cadre d'applications pour le biomédical en lien avec des collègues biologistes, notamment pour la **microscopie biophotonique non conventionnelle**. Cette thématique s'inscrit dans la dynamique du pôle de compétitivité "*Images & Réseaux*" de la région Bretagne.

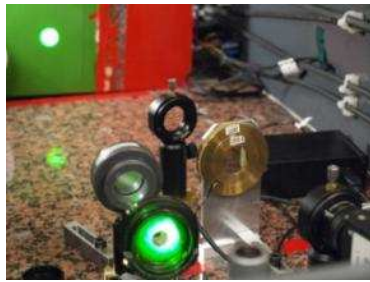
Techniques non-conventionnelles pour l'imagerie polarimétrique

Imagerie polarimétrique à l'échelle du grain de speckle

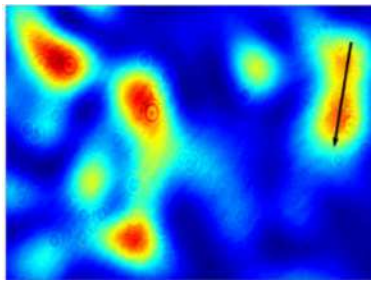
Ces travaux plus fondamentaux visent à la compréhension des effets de dépolarisation lumineuse à l'échelle d'un motif de speckle ultra-résolu en polarisation. En effet, les mécanismes de dépolarisation lors d'une interaction surfacique ou volumique sont aujourd'hui bien compris et modélisés lorsqu'on considère des effets d'ensemble (spectre large, grande ouverture numérique de l'imageur,...). À l'inverse, dès que ces conditions ne sont plus satisfaites, la notion de dépolarisation est à manier avec précaution : par exemple, même en présence d'un désordre figé temporellement, les propriétés polarimétriques de l'échantillon analysé peuvent varier considérablement en fonction de la géométrie du dispositif d'imagerie utilisé.

Nous avons donc développé un montage expérimental fiable et affranchi de tout biais instrumental afin d'explorer la répartition (déterministe) de l'état de polarisation d'un motif de speckle constant dans le temps, à une échelle d'imagerie bien inférieure à la taille d'un grain de speckle (i.e., une aire de cohérence spatiale du motif d'interférence). Avec un tel dispositif, il a été possible d'obtenir pour la première fois une cartographie de l'état de polarisation de la lumière à l'échelle d'un grain de speckle, et ainsi d'étudier la répartition spatiale du vecteur de Jones sur un ensemble de quelques grains de speckle adjacents [Pou11]. Les travaux actuels visent à l'automatisation du montage expérimental au moyen d'un analyseur de polarisation à cristaux liquides développé spécifiquement pour ce montage.

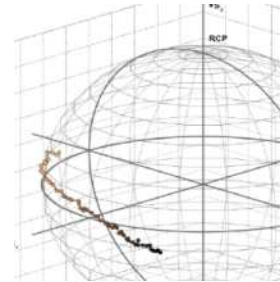
En parallèle de ces investigations expérimentales, nous avons récemment entrepris d'approfondir notre compréhension et nos capacités de modélisation de la dépolarisation lumineuse en tirant parti du formalisme de Mueller différentiel adapté aux échantillons dépolarisants, introduit il y a quelques années dans la communauté de l'imagerie polarimétrique. Ces investigations théoriques ont permis de proposer une méthode simplifiée pour la modélisation de la propagation de la lumière dans les milieux biaxes [Ort15b]. Un autre travail concerne l'interprétation physique des paramètres de dépolarisation en formalisme différentiel et démontre le caractère irréversible des transformations polarimétriques dépolarisantes [Fad16].



(a)



(b)



(c)

Fig. 4: Le montage expérimental réalisé (a) permet d'effectuer l'analyse polarimétrique complète (vecteur de Stokes) d'un motif de speckle très résolu (b) et ainsi d'étudier la transition de l'état de polarisation à l'interface entre deux grains de speckle adjacents (c).

Sélection de publications :

[Pou12] L. Pouget, J. Fade, C. Hamel and M. Alouini, "Polarimetric imaging beyond the speckle grain scale," *Applied Optics* 50, 7345-7356 (2012).

[Ort15b] N. Ortega-Quijano, J. Fade, M. Alouini, "Generalized Jones matrix method for homogeneous biaxial samples," *Optics Express*, 23 (16), 20428-20438 (2015)

[Fad16] J. Fade, N. Ortega-Quijano, « Differential description and irreversibility of depolarizing light-matter interactions », *Journal of Optics*, 18, 125604 (2016).

Imagerie temps-réel de photons balistiques

Imagerie biophotonique

Thèses en lien avec cette thématique (passées/en cours) :

Swapnesh Panigrahi, « *Real-time imaging through fog over long distances* », 2016

François Parnet, « *Imagerie spectro-polarimétrique temps réel à longue distance par approche optique-hyper-fréquence et traitement avancé d'images spectro-polarimétriques* »

Collaborations :

Raman Research Institute (Bangalore, India)

Laboratoire Aimé Cotton (Palaiseau)

Thales Research and Technology (Palaiseau)

Institut Fresnel (Marseille)

IRFU, Service d'Astrophysique, CEA (Gif-sur-Yvette)

Laboratoire Charles Fabry Institut d'Optique (Palaiseau)

Institut de Génétique du Développement de Rennes (Rennes)

Plateforme d'imagerie BIOSIT (Rennes)

Contacts :



M. Alouini



J. Fade



G. Loas

Équipe FOTON-DOP

Responsable d'équipe : François BONDU

Tel : +33 223 235 156

francois.bondu@univ-rennes1.fr

Site web : <http://foton.cnrs.fr/v2016/spip.php?rubrique111>

Institut FOTON - Équipe DOP

Université de Rennes 1 – CNRS UMR 6082

Campus de Beaulieu – Bat 11B

263 avenue du Général Leclerc

35042 RENNES CEDEX

