

Proposition de Stage

OCT plein champ multimodal

La tomographie par cohérence optique, communément désignée par l'acronyme anglais OCT (optical coherence tomography), est une technique d'imagerie analogue à l'échographie, où les ultrasons sont remplacés par de la lumière. En mesurant le temps de parcours des ondes lumineuses réfléchies par les structures internes d'un objet biologique, par le biais de l'interférométrie, il est possible de déterminer à quelles profondeurs se situent ces dernières. Des images en 2 voire 3 dimensions peuvent ainsi être obtenues. C'est une technique sans contact, contrairement à l'échographie, qui utilise de la lumière infrarouge inoffensive. La résolution spatiale de l'OCT, meilleure que celle de l'IRM, de l'imagerie X, ou de l'échographie, s'approche de celle de la microscopie optique ($\sim 10 \mu\text{m}$). Enfin, la profondeur d'imagerie accessible est supérieure à celle de la microscopie, sans nécessiter l'utilisation d'agent de contraste. Les applications de l'OCT sont nombreuses, notamment en ophtalmologie pour visualiser les différentes couches de la rétine, en oncologie pour le diagnostic des cancers de l'épithélium ou encore en biologie du développement.

Une approche alternative à l'OCT a été développée récemment dans notre équipe, basée sur la microscopie interférentielle en lumière faiblement cohérente. Dans cette technique, intitulée OCT « plein champ », des images tomographiques sont produites par combinaison d'images interférométriques acquises sans balayage au moyen d'une caméra, en éclairant tout le champ imagé. La résolution spatiale de cette technique atteint $1 \mu\text{m}$, soit 10 fois mieux que l'OCT « classique ».

Nous proposons un stage qui consistera à développer des extensions à la technique d'OCT plein champ afin d'offrir de nouvelles modalités d'imagerie. Il sera ainsi possible d'accéder aux propriétés spectroscopiques ainsi qu'aux propriétés de biréfringence de l'objet imagé. Par analyse de Fourier du signal interférométrique sur une fenêtre glissante (analyse par ondelettes), on obtiendra le spectre de la lumière provenant de tout point de l'objet. Par ailleurs, l'acquisition d'images selon différentes états de polarisation permettra de remonter à la biréfringence locale.

A ce jour, aucune technique d'OCT ne permet de mesurer simultanément l'intensité, le spectre et la polarisation de la lumière émise par tout point d'un objet. Cette mesure sera ici réalisée dans les 3 dimensions avec une résolution spatiale de $1 \mu\text{m}$. Cette nouvelle technique présentera un grand intérêt pour de nombreuses applications biomédicales.

Après un travail de développement instrumental, de réglages et de mise en place des moyens informatiques d'acquisition et de traitement, la technique sera appliquée à des études de cancer de la peau chez l'homme (collaborations Lund University en Suède, IPHT Jena en Allemagne).

Ce stage s'adresse à un expérimentateur physicien ayant de bonnes connaissances en optique (interférométrie, formation des images) et en informatique. Outre un développement expérimental à réaliser, le candidat sera amené à interagir avec des biologistes et des médecins dans le cadre de collaborations internationales.

Ce stage pourra être poursuivi par une thèse, en collaboration avec le milieu industriel, dans le domaine de l'OCT où de nombreux axes de recherche restent à explorer : couplage avec la microscopie de fluorescence (linéaire et non-linéaire) et par génération du second harmonique, imagerie en fond noir, mesures Doppler, développement de nouvelles source d'éclairage de faible cohérence (combinaison de LEDs, fluorescence, supercontinuum). L'application de ces techniques à la résolution de problématiques biomédicales fera également partie de la thèse.