

# IMAGERIE QUANTITATIVE DE PHASE FONCTIONNELLE ET MULTIMODALE

DIRECTEURS DE THESE : NICOLAS VERRIER - OLIVIER HAEBERLÉ

IRIMAS - IMTIS, 61, RUE ALBERT CAMUS, 68 093 MULHOUSE

TEL : 03 89 33 76 66 / E-MAIL : [NICOLAS.VERRIER@UHA.FR](mailto:NICOLAS.VERRIER@UHA.FR) [OLIVIER.HAEBERLE@UHA.FR](mailto:OLIVIER.HAEBERLE@UHA.FR)

Les méthodes d'imagerie quantitative de phase (QPI) sont de plus en plus utilisées dans en imagerie biomédicale. En effet, contrairement à la plupart des méthodes communément utilisées, reposant sur la fluorescence d'agents de contraste intégrés à la préparation de l'échantillon, la QPI permet d'extraire l'information de la phase du champ optique transmis ou réfléchi par l'objet, rendant de fait l'étape de marquage des échantillon facultative.

Au sein de l'équipe IMTIS (Imagerie Multimodale, Traitement de l'Information et du Signal) de l'IRIMAS (Institut de Recherche en Informatique, Mathématiques, Automatique et Signal), nous développons, depuis 15 ans, une généralisation de la QPI appelée Microscopie Tomographie Diffractive (MTD) [1-4]. En variant les conditions d'illumination de l'objet, il devient possible d'obtenir une reconstruction 3D de son indice de réfraction complexe (en absorption et en réfraction), et ce, avec une résolution améliorée par rapport à la QPI [1,5,6].

Ces méthodes offrent une alternative intéressante à la microscopie de fluorescence, mais souffrent d'un manque de sélectivité dans l'information reconstruite. En effet, des structures très différentes peuvent avoir un indice de réfraction similaire. *Cette thèse vise à développer des approches permettant de retrouver une sélectivité dans les images tomographiques.*

De premières études, illustrées Figure 1, nous ont permis de montrer qu'il était possible d'accéder à une information quantitative en polarisation en MTD, offrant une sélectivité structurelle au contenu tomographique, par distinction des éléments biréfringents et non-biréfringents au sein d'un même spécimen [7,8].

Une autre approche possible repose sur l'imagerie multispectrale ou hyperspectrale (spectro-imagerie). En particulier, la variation de l'absorption avec la longueur d'onde permet une distinction d'espèces chimiques à l'échelle micrométrique [9]. Enfin, une sélectivité dynamique est aussi possible : l'hétérodynage temporel du signal détecté permet d'isoler, par mesure de l'effet Doppler, des structures en mouvement au sein d'un échantillon [10].

Le travail proposé comporte donc deux volets.

Un aspect expérimental, pour compléter les configurations instrumentales permettant l'acquisition des données nécessaires [5,6], et un aspect numérique, pour améliorer les algorithmes de reconstruction des images tomographiques à l'aide de ces données nouvelles [11]. De nouvelles modalités de reconstruction/affichage sont aussi possibles [12].

La personne retenue devra présenter de solides connaissances en imagerie et traitement du signal, et maîtriser un langage de programmation orienté objet (C++, Python, Matlab ...). Un gout prononcé pour le travail expérimental sera aussi très fortement apprécié. Elle intégrera une équipe dynamique, à l'expertise scientifique reconnue, et bénéficiera de ses équipements et moyens de fonctionnement (participation à conférences, publications, etc.).

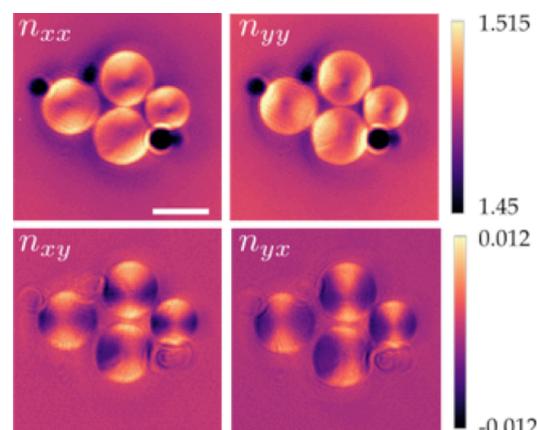


Fig. 1 TDM résolue en polarisation [1]

1. V. Georges, *et al.*, Opt. Lett. 34, p. 79 (2009)
2. B. Simon, *et al.*, J. Biophoton. 3, p. 462 (2010)
3. H. Liu, *et al.*, Appl. Opt. 53, p. 748 (2014)
4. B. Simon, *et al.*, Optica 4, p. 460 (2017)
5. E. Wolf, Opt. Comm. 1, 153 (1969)
6. V. Lauer, J. of Microscopy 205, 165 (2002)

7. A. M. Taddese *et al.*, Opt. Express 31, 9034 (2023)
8. N. Verrier *et al.*, J. Microscop. 289, 128 (2023)
9. Y. Sung, Phys. Rev. Appl., 10, 054041 (2018)
10. N. Verrier, *et al.*, Opt. Express 22, 9368 (2014)
11. F. Yang, *et al.*, Opt. Express 28, 3905 (2020)
12. R. Abbessi, *et al.*, J. Microsc. 288, 193 (2022)