

Master QLMN (Quantum, Light, Materials and Nanosciences)

Proposition de stage / Internship proposal

Date de la proposition : octobre/novembre 2022

Responsable du stage / internship supervisor:

Nom / name : PLAMANN Prénom/ first name : Karsten
Tél. / tel.: 01.69.33.50.90 Courriel / email : karsten.plamann@polytechnique.edu

Nom du Laboratoire / laboratory name: Laboratoire d'Optique et Biosciences, École polytechnique, CNRS, INSERM

Code d'identification : UMR 7645

Site Internet / web site: <https://portail.polytechnique.edu/lob/fr>

Adresse / address: F-91128 Palaiseau cedex,

Lieu du stage / internship place: Palaiseau

Titre du stage / internship title: Caractérisation et diagnostic de la transparence de la cornée humaine par imagerie OCT et *machine learning*

Résumé / summary

La cornée est la première lentille de l'œil et à ce titre responsable de 2/3 de la puissance optique de l'œil. Il s'agit d'un tissu connectif dont l'organisation régulière des structures aux niveaux micrométrique et nanométrique assure la transparence. Différentes pathologies peuvent perturber la structure de collagène ou engendrer l'apparition de structures diffusantes causant une perte de cette transparence. Selon leurs dimensions et leur distribution, les structures diffusantes impactent l'acuité visuelle et la sensibilité au contraste du sujet ou encore provoquent des phénomènes d'éblouissement. Dans certains cas une greffe de cornée partielle ou totale est indiquée.

Dans le cadre d'une collaboration de notre laboratoire avec l'hôpital des Quinze-Vingts à Paris, nous étudions la transparence de greffons de cornée *in vitro* et *in vivo*. Pour ce faire, nous nous basons sur des images en tomographie par cohérence optique (OCT) prises *in vitro* sur un dispositif de haute résolution et *in vivo* sur des dispositifs cliniques. Nous avons développé un code basé sur un prétraitement des images, suivi par un ajustement par inférence bayésienne, qui permet de quantifier la transparence cornéenne en termes de libre parcours moyen des photons et de fraction de lumière cohérente transmise.

L'objectif du stage est d'étendre l'approche à une démarche visant à déterminer le nombre, les étendues et le contraste optique d'objets diffusants dans le tissu par une approche de *deep learning*. Les résultats obtenus *in vitro* et *in vivo* sur les dispositifs à haute résolution seront corrélés à ceux obtenus sur les dispositifs de diagnostic clinique.

La connaissance de la distribution des structures diffusantes permettra de prédire la distribution angulaire de la figure de diffusion et donc l'impact de l'état de transparence cornéenne sur la sensibilité au contraste et sur les phénomènes d'éblouissement du patient.

Au cours du stage, l'étudiant·e appliquera des techniques d'analyse d'images pour localiser les interfaces optiques et les structures diffusantes présentes dans le tissu, puis pour en sauvegarder les contours dans un format compact. Cette étape se fera sous forme de codes Python. Dans un deuxième temps, nous nous baserons sur des méthodes de propagation du front d'onde pour reconstruire la fonction d'étalement du point sur la rétine et ses composantes liées à la sensibilité au contraste et l'éblouissement par lumière diffusée. Une fois validée, la méthode pourra servir au suivi post-opératoire après greffe de cornée ainsi qu'au diagnostic de l'impact de maladies oculaires comme la dystrophie de Fuchs.

Nous cherchons un·e étudiant·e intéressé·e par l'optique biomédicale et le traitement d'images, disposant de connaissances informatiques (notamment de notions de Python) ainsi que des bases de vision par ordinateur et apprentissage statistique et motivé·e pour un projet interdisciplinaire. Le stage peut être proposé aux niveaux M2 ou projet de fin d'études d'école d'ingénieurs.

Le stage sera co-encadré par Anatole Chessel, prof. assistant en science des données biologiques, et Maëlle Vilbert, doctorante au LOB.

Ce stage pourra-t-il se prolonger en thèse ? Possibility of a PhD ? : oui / yes

Si oui, financement de thèse envisagé ou acquis / financial support for the PhD ? candidature ED IPP

Financement acquis / Secured funding	Nature du financement /Type of funding	
Financement demandé / Requested funding	Nature du financement /Type of funding	