



# **Confinement laser 3D assisté par Optique Adaptative en milieu perturbé : application à l'imagerie et la chirurgie de la rétine**

## **Adaptive optics assisted 3D laser confinement in complex media: application to retina imaging and surgery**

Soutenance de thèse – Antoine Chen

**Vendredi 4 Février 2022, à 14h00**

ONERA, Salle Contensou  
29 Avenue de la Division Leclerc 92320 Châtillon

Lien visioconférence : [https://www.youtube.com/watch?v=rIryZD7ff\\_Q](https://www.youtube.com/watch?v=rIryZD7ff_Q)

*L'accès à la salle de soutenance est restreint aux membres du Jury et aux personnes identifiées.  
Du fait de la situation sanitaire liée au Covid, toutes les recommandations devront être respectées.*

### **Devant le jury composé de**

Claude BOCCARA	Institut Langevin, Paris	Rapporteur
Karsten PLAMANN	ENSTA, Paris	Rapporteur
Philippe CHAUMET-RIFFAUD	CHNO des 15-20, Paris	Examineur
Caroline KULCSÁR	LCF, Palaiseau	Examinatrice
Michel PAQUES	CHNO des 15-20, Paris	Directeur de thèse
Serge MEIMON	ONERA, Châtillon	Co-directeur de thèse
Cyril PETIT	ONERA, Châtillon	Invité
David PUREUR	Quantel Medical, Cournon	Invité

### **Résumé**

L'œdème maculaire est l'une des premières causes de malvoyance et de cécité chez les jeunes adultes en Occident. L'un des principaux traitements actuels de l'œdème maculaire est la photocoagulation laser visant à focaliser un laser afin de coaguler des structures ciblées, appelés microanévrismes. Cependant, les systèmes de photocoagulation laser actuels présentent encore des limitations critiques, qui conduisent à un certain degré de lésion des tissus sains adjacents dans la région maculaire. Ces limitations liées au manque de contrôle et de confinement de la focalisation laser sur la rétine sont notamment dues aux mouvements et aberrations oculaires.

L'Optique Adaptative (OA) est une technologie utilisée depuis 1997 qui permet une mesure et une correction en temps réel des aberrations optiques induites par l'œil, et fournit des images de la rétine avec une résolution au micromètre. L'utilisation et l'intérêt de l'OA pour le diagnostic pourraient être portés aux instruments chirurgicaux de photocoagulation laser, afin de contrôler le confinement 3D du laser thérapeutique tout en proposant des images rétinienne haute résolution pour le suivi. Toutefois, un certain effort doit encore être réalisé pour satisfaire aux exigences d'une opération laser.

Cette thèse vise à mettre en œuvre un système de photocoagulation laser garantissant une focalisation laser confinée, stabilisée, efficace et maîtrisée pour la sûreté du sujet en toutes circonstances. Pour cela, j'ai effectué l'intégration et la caractérisation d'un tel prototype de photocoagulation compact, en optimisant ses performances en conditions maîtrisées sur œil artificiel. J'ai par la suite porté le système sur de l'imagerie rétinienne in vivo, dont le fonctionnement et les performances ne sont pas garanties en tout instant du fait des conditions d'acquisition dégradées. Pour cela, j'ai proposé et mis en œuvre différentes méthodes algorithmiques permettant d'améliorer la précision de mesure et correction des systèmes d'analyse de surface d'onde et de stabilisation afin de garantir un fonctionnement stable en différentes conditions.

Enfin, j'ai développé un modèle holistique de photocoagulation laser, incluant les composantes optiques, thermiques et de nécrose intervenant dans l'effet de photocoagulation. Ce modèle permet de mieux appréhender les phénomènes impliqués et j'ai proposé des stratégies de mise en forme du faisceau laser afin d'améliorer son efficacité et les marges de sécurité associées à la photocoagulation.

**Mots clés :** Optique Adaptative, photocoagulation laser, œdème maculaire diabétique.