

# Dynamique des lasers

Cette thématique de recherche vise à comprendre différents aspects de la dynamique des lasers, avec une attention particulière portée aux lasers bifréquences. Nous nous intéressons à la réduction de bruits de phase et d'intensité de lasers à état solide ou semi-conducteurs pour le développement de sources laser faible bruit. Nous nous intéressons aussi aux propriétés spatiales du champ laser et aux comportements vectoriels des modes intracavité. Toutes ces études ont, d'une part, un intérêt fondamental, et visent d'autre part des applications concrètes (par exemple, les études sur la synchronisation et le bruit sont importants pour la réalisation d'oscillateurs ultrastables). Les sources à faible bruit d'intensité sont incontournables dans les futures architectures et systèmes optique-hyperfréquences mais aussi dans les expériences d'atomes froids et d'optique cohérente par exemple. Ces études viennent en appui des travaux de l'équipe en **Optique hyper-fréquence et TeraHertz et métrologie**).

## Sources laser faible bruit

## Synchronisation dans les lasers vectoriels

## Effets transverses

L'excitation de modes transverses d'ordre supérieur dans les cavités lasers est étudiée depuis longtemps, car certains modes ont des caractéristiques très intéressantes. Par exemple, les modes Laguerre-Gauss transportent du moment cinétique orbital, les faisceaux de Bessel ont une divergence très faible, etc. Il a été suggéré qu'il est possible d'exciter ce genre de modes dans une cavité plan-concave pompée optiquement, en positionnant de façon opportune le point de focalisation du laser de pompe dans le plan transverse. Les travaux menés au sein de l'équipe FOTON-DOP ont montré que l'excitation de modes d'ordre supérieur avec des lignes nodales circulaires ou elliptiques n'est possible qu'en présence d'une dégénérescence partielle de la cavité. Dans ce cas, on obtient en général une superposition de modes d'ordre différent, donnant lieu à un profil transverse qui n'est pas invariant au cours de la propagation [Bar14]. Les effets de dégénérescence partielle se manifestent aussi de manière spectaculaire dans les modes dits « géométriques », dont certaines propriétés peuvent être appréhendées en termes d'optique géométrique dans l'approximation paraxiale [Bar17].

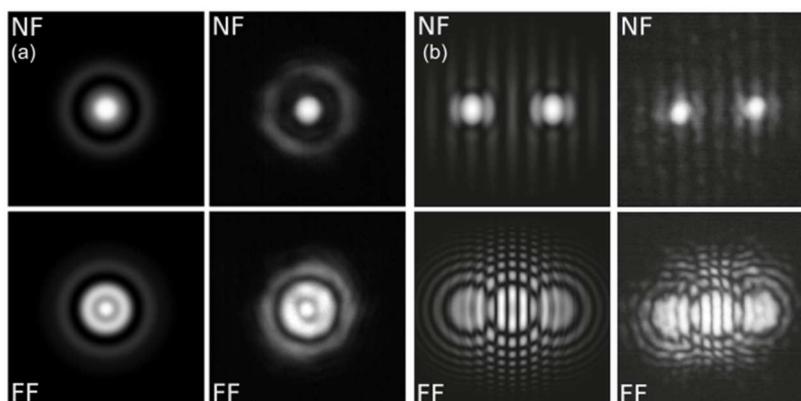


Fig. 6: (a) Profils transverses stationnaires d'intensité (NF : near field, FF : far field) expérimentaux et simulés d'un laser Nd:YAG à cavité plan-concave, près d'une dégénérescence [Bar14]. (b) Modes géométriques à dégénérescence exacte [Bar17].

### **Sélection de publications :**

[Bar14] N. Barré, M. Romanelli, and M. Brunel, "Role of cavity degeneracy for high-order mode excitation in end-pumped solid-state lasers," *Opt. Lett.* 39, 1022 (2014).

[Bar17] N. Barré, M. Romanelli, M. Lebental, and M. Brunel, "Waves and rays in plano-concave laser cavities: I. Geometric modes in the paraxial approximation," *Eur. Journ. Phys.*, in press (2017).

## **Lasers contrôlés par injection de spin électronique**

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

*Jérémy Thévenin, « Accrochages de fréquences dans les lasers vectoriels à état solide : étude du verrouillage de modes passif et de la réinjection décalée en fréquence », 2012.*

*Nicolas Barré, « Étude de la sélection des structures transverses stationnaires dans les lasers », 2014.*

*Kevin Audo, « Lasers solides bifréquences auto-régulés en bruit d'intensité »*

*Aurélien Thorette, « Structures de polarisation dans les lasers et réinjection : application à la génération de faisceaux opto-hyper »*

Alexandre Joly

Gaëlle Breval

### **Collaborations :**

Institut Foton-OHM

Laboratoire CIMAP (Université de Caen)

Laboratoire Aimé Cotton (Palaiseau)

Laboratoire de Photonique et Nanostructures LPN (Marcoussis)

Thales Research and Technology (Palaiseau)

UMR CNRS/Thales

Groupe d'Optique Non Linéaire Théorique (Université Libre de Bruxelles)

**Contacts :**



M. Alouini



M. Brunel



G. Loas



M. Romanelli



M. Vallet

**Équipe FOTON-DOP**

Responsable d'équipe : François BONDU

Tel : +33 223 235 156

[francois.bondu@univ-rennes1.fr](mailto: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

