

5e journée Mathématiques et Optique

Rennes

Vendredi 20 octobre 2017

L'objectif de cette journée est de réunir mathématiciens et physiciens impliqués dans des problématiques de modélisation mathématique ou de simulation numérique en optique et de mettre en relation les compétences mathématiques avec des applications potentielles émergeant des différentes thématiques de recherche en optique.

Cette journée est organisée autour d'exposés et de posters présentant des travaux en cours, tant dans le domaine des mathématiques appliquées que de l'optique. Une large place sera laissée aux discussions afin de favoriser les échanges scientifiques.

Organisation de la Journée

- 9 h 45 [Accueil des participants et café](#)
- 10 h 15 [Introduction à la journée](#)
- 10 h 30 *Mathematical theory of acoustic and electromagnetic transmission problems*
Euan Spence, Department of Mathematical Sciences, University of Bath (UK)
- 11 h 20 *Cathodoluminescence hyperspectral analysis of whispering gallery modes in active semiconductor wedge resonators*
Yoan Léger, FOTON, INSA de Rennes
- 12 h 15 [Buffet / Session posters](#)
- 14 h 15 *Study of resonances in optical micro-resonators*
Zoïs Moitier, IRMAR, Université de Rennes 1
- 15 h 05 *Analyse en couplage de modes de la « Symétrie Parité-Temps » dans un coupleur directionnel intégré*
Yann G. Boucher, FOTON, ENIB
- 15 h 55 *Numerical simulation of wave propagation in semiconductor optical amplifiers*
Stéphane Balac, IRMAR, Université de Rennes 1
- 17 h 00 [Fin de la journée](#)

Journée co-organisée par l'IRMAR, le Laboratoire FOTON et l'Agence Lebesgue de Mathématiques pour l'Innovation.

Inscription : gratuite, mais obligatoire (avant le 16 octobre) pour participer au déjeuner.

Inscription sur la page : <https://agence.lebesgue.fr/les-journées-de-lagence-mathématiques-et-optique>

Lieu de la rencontre : IRMAR, Campus de Beaulieu, bât 22, salle 004-006

Renseignements : Stéphane Balac, stephane.balac@univ-rennes1.fr

Xhensila Lachambre, Agence Lebesgue de Mathématiques pour l'Innovation

tél : +33 (0) 2 23235365, xhensila.lachambre@univ-rennes1.fr

Résumé des exposés

Mathematical theory of acoustic and electromagnetic transmission problems

Euan Spence, Department of Mathematical Sciences, University of Bath (UK)

In this talk I will discuss acoustic and electromagnetic transmission problems; *i.e.* problems involving propagation of acoustic or electromagnetic waves where the wave speed jumps at an interface. I will focus on what is known mathematically about resonances and trapped waves (e.g. when do these occur? When can they be ruled out? What do we know in each case?).

Cathodoluminescence hyperspectral analysis of whispering gallery modes in active semiconductor wedge resonators

Yoan Léger, FOTON, INSA de Rennes

Whispering gallery mode resonators are key devices of integrated photonics. Despite their generalization, information on light confinement in these structures is mainly spectral. In this work, we present a detailed spectral and spatial characterization of whispering gallery modes in active semiconductor microdisk resonators by use of hyperspectral cathodoluminescence. By comparing our experimental findings with calculated optical modes obtained from the Finite Elements method, we demonstrate that the combination of spectral and spatial measurements enables unique identification of the whispering gallery modes and even reveals specific features of the microresonator geometry such as a wedge profile.

Study of resonances in optical micro-resonators

Zoïs Moitier, IRMAR, Université de Rennes 1

An optical micro-resonator is a device consisting of a dielectric cavity, in which light is introduced through wave guides. A preliminary step in the numerical study of optical micro-resonators is the numerical computation of the complex resonances of the dielectric cavity in the sense of the scattering theory. This leads to consider the Helmholtz equation in \mathbb{R}^2 with discontinuities of the normal derivative at the cavity boundary and with the outgoing wave condition at infinity. The computational domain is made finite by the use of perfectly matched layers (PML) compatible with the outgoing wave condition, which results in a non self-adjoint problem. The chosen approach for the computation of resonances is the use of the Finite Element Method (FEM) because of the fast convergence of resonances as a function of the degree of polynomial approximation (considering the p-version of the FEM). We will show theoretical and numerical results for an 1D toy model, for a family of 1D problems with parameter, and for the 2D axi-symmetric case.

Analyse en couplage de modes de la « Symétrie Parité-Temps » dans un coupleur directionnel intégré

Yann G. Boucher, FOTON, ENIB

On considère un coupleur directionnel constitué de deux guides d'ondes monomodes en accord de phase (même partie réelle de l'indice effectif), l'un amplificateur et l'autre atténuateur. Lorsque le gain modal (α) de l'un est égal, en valeur absolue, aux pertes modales de l'autre, le système manifeste une intéressante propriété dite de "symétrie parité-temps" : bien que non hermitique, l'opérateur d'évolution associé présente (sur une certaine gamme de fonctionnement) des valeurs propres réelles : les supermodes associés n'ont pas la même vitesse de phase. En augmentant progressivement la valeur de α , on met en évidence un "point critique" pour lequel l'opérateur n'est pas diagonalisable, et au-delà duquel les valeurs propres deviennent complexes. Nous avons recours au puissant formalisme du couplage de modes pour décrire un tel système-modèle. Nous présenterons quelques conséquences de ces effets subtils, notamment dans le cas où le coupleur est inséré dans une cavité résonnante : en particulier, nous établirons l'expression explicite de ses paramètres de répartition ainsi que son diagramme de fluence, récapitulatif de tous les chemins possibles d'un accès à un autre.

Numerical simulation of wave propagation in semiconductor optical amplifiers

Stéphane Balac, IRMAR, Université de Rennes 1

A semiconductor optical amplifier (SOA) is an optical amplifier based on a semiconductor gain medium. In this talk, I will present a mathematical model for optical wave propagation in a SOA that generalize previous works by G.P. Agrawal. These generalizations consist in taking into account the carrier lifetime and bidirectional wave propagation. We obtain a set of coupled nonlinear PDE that we solve by a Split-Step scheme.