



4^{ème} journée FOTON-IRMAR Mathématiques et Optique

Lannion

Jeudi 12 novembre 2015

L'objectif de cette journée est de réunir les membres des deux laboratoires FOTON et IRMAR (et plus largement toute personne intéressée) impliqués dans des problématiques de modélisation mathématique ou de simulation numérique en optronique et télécommunications optiques et de mettre en relation les compétences mathématiques développées à l'IRMAR avec des applications potentielles émergeant des différentes thématiques de recherche développées au laboratoire FOTON.

Cette journée sera organisée autour d'exposés et de posters présentant des travaux issus de collaborations passées ou en cours, proposant de nouveaux sujets pour de futures collaborations ou décrivant de nouvelles approches numériques pouvant trouver application en optique. Une large place sera laissée aux discussions afin de favoriser les échanges scientifiques.

Organisation de la Journée (programme provisoire)

- 10 h Accueil des participants et café
- 10 h 30 Introduction orale aux posters
- 10 h 50 *New modelling needs for the study of optical signal propagation in nonlinear and dispersive media*, Christophe Peucheret (FOTON)
- 11 h 40 *Méthode de Boltzmann sur Réseau et système de Gross-Pitaevskii pour la simulation numérique de phénomènes de « self-trapping »*, Samuel Corre (IRMAR)
- 12 h 30 Repas
- 14 h 15 Session posters
- 15 h 00 *Méthode d'équation intégrale volumique et méthode DDA (« Discrete Dipole Approximation »)*, Adrien Calvez (IRMAR)
- 15 h 50 *Modélisation numérique de microstructures optiques à symétrie cylindrique*, Andrea Armaroli (FOTON)
- 17 h Fin de la journée

L'inscription est gratuite, mais obligatoire (avant le 23 octobre) pour participer au déjeuner.

Les propositions de communication par poster sont à soumettre avant le 5 novembre pour faciliter l'organisation.

Inscriptions et renseignements : Stéphane Balac, stephane.balac@univ-rennes1.fr

Résumé des exposés

New modelling needs for the study of optical signal propagation in nonlinear and dispersive media

Christophe Peucheret (FOTON)

The split-step algorithm has for long been a key tool for the resolution of the nonlinear Schrödinger equation (NLSE) governing the propagation of optical signals in dispersive and nonlinear media. Such tool has been instrumental not only for the study of the propagation of optical telecommunication signals over long distances in optical fibres, but also for the investigation of the deliberate use of nonlinearities for the demonstration of so-called “all-optical signal processing functionalities”, including for instance optical switching, wavelength conversion, regeneration etc. Both aspects of optical telecommunications are currently experiencing tremendous evolutions. A new multiplexing scheme, where the different spatial modes of weakly multimode fibres are exploited in order to increase the capacity of optical communication systems beyond the single-mode limit is currently the object of investigations. The study of nonlinear interactions in such fibres becomes challenging as the number of transmitted modes increases. From the signal processing side, the emergence of new nonlinear materials, in particular silicon, in which carrier nonlinearities such as multiple photon absorption, and the induced free-carrier absorption and dispersion coexist with the ultra-fast Kerr nonlinearity also add some complexity to the traditional NLSE. The use of these materials in resonant structures such as micro-ring resonators is of great potential for the realisation of parametric oscillators and wideband frequency comb generation. New approaches are needed to efficiently model these functionalities. In this talk, we will review these new requirements and examine how they influence the standard NLSE. Current modelling approaches and their associated challenges will also be briefly presented.

Méthode de Boltzmann sur Réseau et système de Gross-Pitaevskii pour la simulation numérique de phénomènes de « self-trapping »

Samuel Corre (IRMAR)

Méthode d'équation intégrale volumique et méthode DDA (« Discrete Dipole Approximation »)

Adrien Calvez (IRMAR)

La méthode DDA (pour Discrete Dipole Approximation) est assez largement utilisée en optique numérique, notamment pour la simulation de la diffusion de la lumière par des particules nanométriques. Cependant la méthode est très peu étudiée sur le plan des propriétés mathématiques. Au cours de cet exposé, nous proposons une introduction à une analyse numérique de cette méthode dans le contexte de la résolution des équations de Maxwell sous une formulation de type équation intégrale volumique actuellement étudiée à l'IRMAR.

Modélisation numérique de microstructures optiques à symétrie cylindrique

Andrea Armaroli (FOTON)

Je vais présenter une méthode basée sur l'expansion modale de Fourier adaptée aux structures à symétrie cylindrique tels que les micro-résonateurs qui admettent des modes de galerie (whispering-gallery modes, WGM). Cette approche, basée sur la décomposition modale axiale, permet de calculer les longueurs d'onde et les facteurs de qualité des WGMs d'une structure à fort contraste d'indice de réfraction et petit rayon de courbure, où les effets vectoriels sont importants. Les détails et les limites de cette approche seront discutés et un aperçu des possibles améliorations sera donné. La difficulté à modéliser des structures à symétrie cylindrique est générale et l'intérêt à trouver des solutions pratiques, robustes et de les diffuser à la communauté des experts en photonique est forte.