



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

Rennes

Vendredi 25 octobre 2013

L'objectif de cette journée est de réunir les membres des deux laboratoires FOTON et IRMAR 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, ayant pour but de présenter les travaux menés en collaboration (réalisés ou en cours), qui seront suivis d'un temps de discussion afin de favoriser les échanges scientifiques autour du thème abordé. Cette journée a également pour objectif de permettre d'identifier des sujets sur lesquels des échanges immédiats ou des collaborations futures sont possibles.

Organisation de la Journée

- 10 h Accueil des participants et café
- 10 h 30 S. Balac (Foton) : *Une méthode basée sur la représentation d'interaction pour la résolution numérique de l'équation non linéaire de Schrödinger généralisée en optique*
- 11 h 30 Y. Boucher (Foton) : *Analyse matricielle de la constante de couplage entre guides d'onde monomodes planaires*
- 12 h 30 Repas
- 14 h 30 A. Rahmouni (IRMAR) : *Méthodes PML pour les problèmes de propagation d'ondes électromagnétiques en milieu non borné*
- 15 h 30 F. Mahé (IRMAR) : *Simulation numérique du fonctionnement des micro-résonateurs optiques par éléments-finis et PML*
- 17 h Fin de la journée

L'inscription est gratuite, mais obligatoire (avant le 15 octobre) pour participer au déjeuner. Les frais de déplacement pourront être pris en charge.

Contacts : Fabrice Mahé, fabrice.mahe@univ-rennes1.fr
Stéphane Balac, stephane.balac@univ-rennes1.fr

Résumé des exposés

Une méthode basée sur la représentation d'interaction pour la résolution numérique de l'équation non linéaire de Schrödinger généralisée en optique

Stéphane Balac (Foton)

Nous présenterons au cours de cet exposé une méthode alternative à la méthode de Split-Step symétrique pour résoudre numériquement l'équation non linéaire de Schrödinger généralisée. Cette méthode présente les mêmes caractéristiques et avantages de mise en œuvre pratique que la méthode de Split-Step symétrique, mais contrairement à celle-ci, elle est basée sur un changement d'inconnue (la représentation d'interaction) ce qui évite l'erreur d'approximation de Split-Step. Le problème non linéaire résultant du changement d'inconnue est résolu par un schéma de Runge-Kutta emboîté permettant l'utilisation d'une stratégie de pas adaptatif. Ce travail a été mené dans le cadre d'une collaboration entre membres du groupe Lasers & Télécoms de Foton et de l'équipe d'analyse numérique de l'IRMAR.

Une analyse matricielle de la constante de couplage entre guides d'onde monomodes planaires

Yann Boucher (Foton)

Le coupleur est un élément-clé de tout système photonique intégré : sa description est donc cruciale pour toute une série d'applications en optique guidée, de l'interféromètre au micro-résonateur. Si ses performances dépendent grandement de la géométrie du problème ainsi que des matériaux employés, nécessitant souvent le recours à de puissants moyens de calcul dans la phase de conception, il n'en est pas moins intéressant de disposer d'outils de simulation simples qui renseignent a priori sur les tendances, les tolérances et les variations.

Nous présentons ici un modèle analytique de coupleur directionnel, établi dans le cadre conceptuel de guides d'onde planaires monomodes couplés. On se restreindra au cas simple et symétrique de deux guides identiques. La relation de dispersion modale de la structure complète est obtenue par calcul matriciel. Pour un état de polarisation donné (TE ou TM), soit β la constante de propagation du mode fondamental du guide isolé ; le couplage se traduit par l'apparition de deux super-modes hybrides, l'un rapide et impair (β_o), l'autre lent et pair (β_e). Cette levée de dégénérescence est l'image directe de la constante de couplage χ : $\beta_e - \beta_o = 2\chi$. La dépendance exponentielle de cette dernière en fonction de l'espacement entre guides permet d'aborder le cas de coupleurs à espacement longitudinal variable.

Notre étude s'inscrit également dans une démarche à visée pédagogique exploitant les propriétés formelles d'un coupleur co-directionnel générique à deux ondes.

Méthodes PML pour les problèmes de propagation d'ondes électromagnétiques en milieu non borné

Adib Rahmouni (IRMAR)

Les méthodes de couche PML (Perfectly Matched Layer) constituent une alternative intéressante aux conditions aux limites absorbantes (CLA) ou équations intégrales pour la résolution de problèmes de propagation d'ondes en milieu non borné. De nombreuses applications ont permis de mettre en évidence, outre l'efficacité de ces méthodes, des problèmes de stabilité. Nous présenterons dans cet exposé les avantages et limitations de telles méthodes.

Simulation numérique du fonctionnement des micro-résonateurs optiques par éléments-finis et PML

Fabrice Mahé (IRMAR)

L'objectif du projet ROSE faisant l'objet d'une collaboration entre le groupe Laser & Telecoms du laboratoire Foton et l'équipe d'Analyse Numérique de l'IRMAR soutenue par le RTR Siscom est l'étude mathématique des micro-résonateurs optiques à modes de galerie et la mise en œuvre d'un logiciel de simulation numérique de ces dispositifs optiques. Au cours de cet exposé seront présentés les premiers résultats issus de simulation numérique du fonctionnement des micro-résonateurs optiques mettant en œuvre une approche basée sur la méthode des éléments-finis avec PML.