



Séminaire exceptionnel



Mardi 21 Février 2017, 11:00
Salle R. Planel, bâtiment D1

Développement de méthodes de type élément fini d'ordre élevé pour la nanophotonique computationnelle

Stéphane Lanteri

Inria Sophia Antipolis - Méditerranée – Equipe-projet Nachos

La nanophotonique computationnelle est le recours à la modélisation et la simulation (numérique) pour étudier les phénomènes d'interaction lumière/matière aux échelles nanométriques. Les objectifs principaux portent (1) sur la compréhension de ces phénomènes, et (2) sur le développement de nouvelles structures photoniques pour réaliser des fonctions optiques innovantes. Ainsi, la nanophotonique computationnelle concerne en premier lieu (mais pas seulement) la problématique de résolution des équations de Maxwell temporelles modélisant la propagation d'ondes électromagnétiques, couplées à des lois de comportement plus ou moins complexes de la matière (milieux linéaires ou non-linéaires, possiblement dispersifs). Les applications visées en nanophotonique présentent des caractéristiques qui sont aussi des défis pour la modélisation numérique : la complexité géométrique (les structures mises en jeu sont rarement de forme simple e.g. rectilignes ou planaires), l'hétérogénéité des milieux de propagation, la variabilité des échelles d'espace et de temps (caractère multiéchelle). La stratégie de résolution numérique la plus adoptée dans ce contexte repose sur la méthode des différences finies en domaine temporel (FDTD pour *Finite Difference Time Domain*) qui permet de résoudre des problèmes de propagation plus ou moins complexes. Très largement utilisée dans le domaine de la compatibilité électromagnétique, la méthode FDTD est aussi exploitée pour des applications de plus en plus variées et en particulier en nanophotonique. Cependant cette méthode présente aussi certaines limitations qui rendent délicate son application aux problèmes tridimensionnels réalistes mettant en jeu des configurations géométriques et physiques complexes qui apparaissent très souvent en nanophotonique : sa précision est limitée au second ordre et elle n'est pas adaptée à la prise en compte de grilles cartésiennes non uniformes. Différentes stratégies ont été proposées pour corriger ces faiblesses mais au détriment de la simplicité de mise en œuvre (notamment en 3D) et de l'efficacité computationnelle. D'autres méthodes numériques alternatives ont également été proposées ces dix dernières années pour dépasser les limitations de la méthode FDTD. Parmi celles-ci, la méthode Galerkin discontinue (méthode DGTD pour *Discontinuous Galerkin Time Domain*) s'est progressivement imposée ces dix dernières années comme une voie prometteuse en vue d'obtenir une méthode de résolution d'ordre arbitrairement élevé et adaptée à la discrétisation de géométries irrégulières. Cette méthode est assez similaire aux méthodes d'éléments finis classiques, la principale différence étant la relaxation de la continuité globale de l'approximation. Le plus souvent, sa mise en œuvre repose sur une approximation polynomiale par morceaux des composantes du champ électromagnétique.

Dans cet exposé nous commencerons par présenter nos travaux récents visant au développement de méthodes de type DGTD pour la nanophotonique/plasmonique. Ces travaux s'appuient sur une expérience acquise depuis 2005 en lien avec l'étude de méthodes DGTD pour l'électromagnétisme numérique en visant des applications classiques dans le domaine des micro-ondes. Dans un second temps, nous présenterons les grandes lignes d'une initiative en cours de mise en place dont l'objectif est le développement d'une suite logicielle dédiée à l'étude de phénomènes d'interaction onde/matière nanostructurée. Cette suite intégrera des méthodes de type DGTD aux côtés d'autres outils numériques pour adresser plusieurs problématiques du cadre physique ciblé.

Contact: Andrea Cattoni (01 69 63 60 48 or seminaires@lpn.cnrs.fr)

For visitors: please announce your arrival by e-mail at seminaires@lpn.cnrs.fr