

ÉCOLE DOCTORALE SCIENCES POUR L'INGÉNIEUR

Sujet de thèse

Structures composites à base graphène : modélisation et applications en plasmonique

Contacts

Directeur de thèse : Kofi EDEE

Laboratoire ou UR : Institut Pascal (PHOTON) UMR CNRS 6602, Université Clermont Auvergne (UCA)

Email et téléphone : kofi.edee@uca.fr / +33 (0)4 73 40 52 03

Co-directeur : Brahim Guizal, laboratoire Charles Coulomb, université Montpellier 2

Résumé

Le domaine THz est une partie du spectre électromagnétique qui reste relativement sous exploitée. La raison en est la non disponibilité des dispositifs permettant de manipuler ces ondes et que l'on trouve habituellement en optique par exemple (source, détecteurs, filtres, polariseurs, modulateurs). Ces dernières années un effort important a été consacré pour améliorer cette situation. Parmi les matériaux prometteurs, le graphène figure en excellente position grâce à ses propriétés électromagnétiques remarquables dans cette gamme de fréquence. Nous envisageons de participer à cette recherche en exploitant théoriquement et numériquement les performances de quelques dispositifs d'absorption, de modulation et de polarisation pour en citer quelques uns.

L'objectif du travail proposé est de mettre au point des modèles théoriques et numériques pour étudier des structures plasmoniques à base de graphène (mettant en jeu des Plasmons de Surface sur le Graphène : PSG). En effet ce cristal bidimensionnel possède des propriétés optiques (ou plus généralement électromagnétiques) remarquables qui en font un candidat potentiel pour plusieurs applications en nanophotonique tels que le guidage ultime par plasmon de surface dans les fréquences THz, l'augmentation du rendement des cellules photovoltaïques grâce à l'amélioration de l'absorption aux grandes longueurs d'ondes (due aux plasmons de surface) ou encore la mise au point de capteurs plasmoniques chimiques performants dans les fréquences infrarouge et THz. Par ailleurs, le graphène présente un attrait particulier qui réside dans la dépendance de ses propriétés électriques, et optiques de la température et du potentiel chimique. Ceci permettrait de fabriquer des dispositifs commandables (en l'occurrence, avec un potentiel électrique). Le doctorant recruté devra mettre au point des modèles physiques réalistes intégrés à des codes de calcul performants pour les dispositifs plasmoniques avec graphène. L'un des verrous consiste à prendre en compte correctement la conductivité inhomogène du graphène quand il est intégré dans des nanostructures périodiques et quand il est soumis à un dopage électrostatique. Les méthodes de calcul dites modales, en particulier les méthodes modales polynomiales [1], [2] seront privilégiées.

Références

- [1] K. Edee "Modal method based on subsectional Gegenbauer polynomial expansion for lamellar grating" JOSA A, Vol. 28 N°9, (2011)
- [2] Kofi Edee, J.-P. Plumey, B. Guizal " Unified Numerical Formalism of Modal Methods in Computational Electromagnetics and Latest Advances : Applications in Plasmonics" Elsevier, Advances in Imaging and Electron Physics Vol. 197, chapter 2 (2016)