

AVIS DE SOUTENANCE EN VUE DE L'HABILITATION À DIRIGER DES RECHERCHES

Discipline : Physique

Blanchard Cédric, Maître de conférences,
présentera ses travaux en vue de l'habilitation à diriger des recherches

Le 19 mars 2024 à 09h30

Lieu : Auditorium Sadron – Délégation CNRS Centre Limousin Poitou Charente

devant le jury constitué par les personnalités suivantes :

- K. Joulain, PU, Institut P' (Poitiers)
- A. Nicolet, PU, Institut Fresnel (Marseille)
- B. Rousseau, DR, LTEN (Nantes)
- C. Ania, DR, CEMHTI (Orléans)
- N. Cherroret, CR, LKB (Paris)
- J.-J. Greffet, PU, IOGS (Palaiseau)
- F. Halter, PU, ICARE (Orléans)
- C. Monat, PU, INL (Lyon)
- R. Vaillon, DR, LAAS (Toulouse)

Résumé des travaux :

Dans cette soutenance, je m'intéresserai à la simulation numérique de suspensions de nanoparticules distribuées aléatoirement. L'étude théorique de ces milieux passe bien souvent par l'utilisation de modèles approchés et d'hypothèses dont le degré de validité est discutable. Ainsi les modèles du type Maxwell-Garnett les traitent comme des milieux homogènes dotés d'un indice de réfraction effectif. Dans ces modèles, il est implicitement supposé que toutes les propriétés thermo-optiques du matériau composite peuvent être calculées via l'indice effectif. On parle d'homogénéisation non-restrictive.

Nos travaux sont orientés vers des régimes résonants où les interactions entre des particules sub-longueur d'onde sont très intenses. Nous avons montré qu'un indice peut être extrait à condition de considérer des ensembles statistiques contenant un grand nombre de configurations sur lesquels le champ électromagnétique est alors moyenné, ce qui revient à séparer les contributions cohérente et incohérente du champ. Dans ces conditions, nous avons montré que l'homogénéisation est restrictive, en ce sens que la lumière est fortement diffusée pour un certain type de particules alors que, pour d'autres configurations, c'est la forte contribution incohérente qui ne permet pas de donner à l'indice effectif une portée aussi générale que celui qui caractérise normalement un matériau homogène. Un résultat intrigant est que diffusion et incohérence ne sont pas forcément corrélées quand la nature restrictive de l'homogénéisation est due à des effets collectifs entre des nanoparticules résonantes.

Dans l'infrarouge, ces régimes d'interactions résonantes apparaissent typiquement dans la bande spectrale de reststrahlen. Mathématiquement, cette bande se situe à proximité d'une coupure dans le plan complexe. Sonder l'interaction lumière/matière au voisinage de la coupure permet de remonter à la densité spectrale de Bergman, centrale dans la théorie de la représentation analytique de l'indice effectif consistant à séparer la contribution de la composition des particules de celle de la géométrie. Je présenterai deux approches d'extraction de la densité spectrale: l'une expérimentale se basant sur des mesures de réflectivité, l'autre théorique se basant sur le calcul numérique des champs électromagnétiques dans des milieux particuliers semi-résonants.

D'autre part, les connaissances que nous avons produites sur les effets coopératifs de nanoparticules en interaction semi-résonante sont utilisées pour concevoir des stratégies de contrôle du rayonnement en milieu complexe. En particulier, je montrerai comment faire émerger des propriétés de sélectivité spectrale avec des milieux aléatoires, avec en point de mire des applications en lien avec la transition énergétique, le thermophotovoltaïque par exemple.