

Proposition de stage de Master 2

Propriétés optiques d'une assemblée hybride de nanoparticules (métalliques et magnétiques) : effet de taille et d'interactions

François Vernay & Hamid Kachkachi

S2N-POEM, PROMES CNRS UPR8521, Université de Perpignan Va Domitia

E-mails : francois.vernay@univ-perp.fr , hamid.kachkachi@univ-perp.fr



LABORATOIRE
PROCÉDÉS, MATÉRIAUX
et ENERGIE SOLAIRE
UPR 8521 du CNRS.
conventionnée avec
l'université de Perpignan
PROCESSES, MATERIALS
and SOLAR ENERGY
LABORATORY



Les propriétés optiques des agrégats métalliques sont le sujet de nombreux travaux expérimentaux et théoriques en vue d'applications dans divers domaines comme la conversion de l'énergie solaire, la photocatalyse et la dépollution de l'eau. Comparés aux solides massifs, les agrégats ont des propriétés spécifiques provenant des excitations collectives des électrons de conduction délocalisés, appelées *plasmons*, leur permettant d'exalter leur absorption d'énergie électromagnétique. Fondée sur la théorie classique des équation de Maxwell, une théorie de diffusion d'onde électromagnétique, dite théorie de Mie, a été développée. Celle-ci permet de résoudre le problème de la diffusion et de l'absorption d'une onde plane monochromatique d'un seul agrégat de diamètre et de composition quelconque, entouré d'un milieu homogène non absorbant. On peut alors montrer que le problème est entièrement caractérisé par quatre paramètres : la dimension linéaire de l'agrégat, la longueur d'onde dans la matrice et les constantes diélectriques de l'agrégat et de la matrice. Cependant, le système réel à étudier se présente sous la forme d'une assemblée de nanoparticules de tailles variables et en interactions entre elles. Ainsi, aux quatre paramètres précédents, il faut en ajouter deux : la distribution de taille et la concentration. Ces six paramètres permettent d'ajuster et d'optimiser, dans une certaine mesure, les propriétés optiques du système en fonction des applications. Afin de bénéficier d'un autre paramètre ajustable, il est concevable d'enrichir cette étude d'optimisation en exploitant l'effet d'un constituant magnétique et/ou d'un champ magnétique externe.

Ce projet vise à étudier des propriétés optiques d'assemblées hybrides de nanoparticules (métalliques et magnétiques) en interaction déposées sur un substrat ou noyées dans une matrice.

Une étude semi-analytique sera menée en faisant appel aux modèles des milieux effectifs dans le cas d'assemblées relativement diluées (modèle de Maxwell-Garnett étendu). L'idée est d'obtenir des expressions (semi-)analytiques de la perméabilité et de la permittivité de l'assemblée, composée à la fois de nanoparticules métalliques et de nanoparticules magnétiques, toutes déposées sur un substrat ou noyées dans une matrice.

Au-delà de son caractère fondamental, ce travail a pour but de fournir des interprétations aux résultats expérimentaux obtenus récemment par notre équipe sur des assemblées (polydisperses) de nanoparticules fabriquées par flux solaire concentré. Le travail du stagiaire de Master 2 sera donc essentiellement semi-analytique, une poursuite du projet en thèse de doctorat est envisageable. Il s'agira alors de développer l'étude analytique, en parallèle d'une approche numérique, et de l'étendre aux effets magnéto-optiques exaltés par les plasmons.

Prérequis :

- électrodynamique classique (calcul analytique et numérique).