



Laboratoire Charles Fabry de l'Institut d'Optique UMR8501

Palaiseau, le 18 mai 2011.

téléphone 1 64 53 31 86

e-mail Jean-Jacques.greffet@institutoptique.fr

Rapport sur le manuscrit présenté par Guillaume Bachelier en vue de l'obtention de l'Habilitation à Diriger des Recherches, établi par Jean-Jacques Greffet, professeur à l'Institut d'Optique

Guillaume Bachelier présente un manuscrit décrivant ses travaux sur la plasmonique non-linéaire. Coauteur d'une quarantaine d'articles dans des revues internationales (dont 30 sont parus dans les quatre dernières années), Guillaume Bachelier a pris le parti d'extraire quelques résultats marquants afin d'illustrer sa démarche scientifique. Le résultat est tout à fait convainquant, montrant clairement la capacité de Guillaume Bachelier à identifier des questions ouvertes et difficiles et à y apporter des réponses pertinentes.

La première partie du manuscrit résume les travaux concernant les résonances plasmons de nanoparticules métalliques en régime linéaire. C'est l'occasion pour Guillaume Bachelier de présenter son travail de modélisation au sein d'une collaboration avec les équipes du LASIM. Il a utilisé la méthode des éléments finis du logiciel Comsol pour simuler les propriétés d'absorption résonnante de monomères et de dimères. Ces simulations ont été confrontées aux mesures. Elles ont permis de bien analyser le rôle du couplage dans les dimères.

Ces travaux ont été le point de départ d'une étude théorique concernant le couplage de deux particules d'or et d'argent. Dans ce contexte, Guillaume Bachelier a effectué une étude approfondie du couplage de deux particules possédant des facteurs de qualité différents conduit alors à l'apparition d'une résonance de Fano pour la section efficace d'absorption de la particule d'or. C'est un travail tout à fait intéressant et stimulant qui est bien mené et conduit à une vision claire des phénomènes mis en jeu.

Le coeur du travail de Guillaume Bachelier est abordé dans la partie suivante. Il s'agit d'étudier les propriétés non-linéaires des nanoparticules métalliques. Le sujet est évidemment d'actualité dans la mesure où les résonances plasmoniques sont naturellement amenées à exalter les effets non-linéaires. C'est également un sujet difficile car les termes sources des non-linéarités dans les métaux sont assez mal connues. Il y a là une différence majeure avec le cas des phénomènes physiques linéaires pour lesquels les propriétés optiques sont bien maîtrisées. Le sujet auquel s'attaquait Guillaume Bachelier au début de sa carrière était donc beaucoup moins bien balisé. S'il existait des modèles théoriques et des observations expérimentales, il faut bien constater qu'aucune comparaison quantitative n'était disponible, que l'on ne savait pas lesquels des termes sources des non-linéarités étaient dominants, que l'on n'avait jamais observé de génération de seconde harmonique sur nanoparticule métallique unique. Dans ce contexte, Guillaume Bachelier a apporté un modèle par éléments finis de la génération de seconde harmonique qui a permis de comparer les contributions des différents termes sources pour différentes tailles et formes de particules. Il a ainsi été possible de dégager les paramètres clés du phénomène, notamment de souligner l'importance de la contribution du terme de volume dans le cas des nanoparticules. La comparaison quantitative de mesures expérimentales de SHG avec la théorie est certainement l'un des plus beaux résultats obtenus.

Ce travail a été couronné par la première observation expérimentale de la génération de second harmonique par une nanoparticule unique. Ce tour de force expérimental n'est convainquant que dans la mesure où l'on peut analyser avec soin les données expérimentales en s'appuyant sur un modèle théorique. Il faut retenir ici la rigueur et la profondeur de l'analyse des données.

En résumé, je voudrais souligner la combinaison exemplaire de développements expérimentaux et d'un travail de modélisation dans une thématique d'actualité. La contribution de Guillaume Bachelier a considérablement fait avancer le sujet. Guillaume Bachelier a coencadré une thèse au cours de ces années. Il a eu une production scientifique remarquable tout en assurant des enseignements en tant que maître de conférences. Son manuscrit témoigne de son enthousiasme et de sa capacité à développer une vision personnelle des sujets qu'il traite. Je donne un avis très favorable à l'autorisation de soutenance.



Jean-Jacques Greffet
Professeur à l'Institut d'Optique
Université Paris Sud, Institut Universitaire de France