

ECOLE DOCTORALE DE PHYSIQUE et NANOPHYSIQUE**DOCTORAT**

de l'Université Paul Sabatier Toulouse III

Rapport daté du : 7 octobre 2004

SUR L'AUTORISATION DE SOUTENANCE A ACCORDER A : **MONSIEUR GUILLAUME BACHELIER**NOM DU RAPPORTEUR : **MONSIEUR FABRICE VALLEE**Titre de la thèse : **Propriétés optiques de nano-structures métalliques et semi-conductrices.**♦ **DIGNE D'ETRE SOUTENUE EN VUE DU DOCTORAT****1°) EVALUATION GENERALE***Par comparaison avec des thèses de doctorat récentes soutenues dans la discipline ou dont le rapporteur a eu connaissance personnellement, cette thèse est à son avis :* OUI (sans modification) OUI (avec modifications mineures avant la soutenance) OUI (avec modifications notables) NON*Dans l'affirmative cette thèse est-elle :*♦ **D'UN NIVEAU SCIENTIFIQUE** EXCEPTIONNEL EXCELLENT TRES BON BON SATISFAISANT♦ **D'UNE PRESENTATION MATERIELLE** EXCEPTIONNELLE EXCELLENTE TRES BONNE BONNE SATISFAISANTE A REVOIR

.../



CENTRE DE PHYSIQUE MOLÉCULAIRE OPTIQUE ET HERTZIENNE

U.M.R. 5798 UNIVERSITÉ BORDEAUX 1 - CNRS

email : f.vallee@cpmoh.u-bordeaux1.fr

Rapport sur le travail de thèse de Monsieur Guillaume Bachelier

Le travail de thèse de M. Guillaume Bachelier a été consacré à l'étude par spectroscopie Raman de nano-systèmes semi-conducteurs et métalliques. Le cœur du travail a consisté en une modélisation détaillée des résultats afin d'exploiter la richesse des informations qui peuvent être obtenus par cette technique en utilisant les différents paramètres accessibles (intensité Raman, longueur d'onde laser, polarisation, ...). Plusieurs aspects ont été analysés, concernant notamment la structure des matériaux et la localisation des états électronique dans les semi-conducteurs, la modélisation des spectres Raman dans les nanoparticules métalliques ainsi que l'utilisation de la spectroscopie Raman comme outil de caractérisation. Ces travaux se placent dans la continuité de ceux réalisés ces dernières années au Laboratoire de Physique des Solides de Toulouse en ce qui concerne les nano-structures semi-conductrices, et ouvrent une orientation nouvelle et originale dans le cas des nanomatériaux métalliques.

Le manuscrit est divisé en deux grandes parties consacrées d'une part aux semi-conducteurs et d'autre part aux métaux. Après un rappel des concepts généraux de la diffusion Raman dans les semi-conducteurs et une très brève description de l'appareillage expérimental, une première application à l'étude de GaAsN est décrite dans le chapitre 2 puis à des structures 2D dans le chapitre 3. Les informations structurelles qui peuvent être obtenues sont mises en évidence de façon convaincante et étayée théoriquement en corrélant finement les spectres mesurés aux propriétés électroniques et acoustiques du milieu, et / ou en modifiant les structures étudiées pour confirmer les interprétations. L'approche expérimentale comporte une amélioration importante du dispositif Raman.

Une démarche similaire se retrouve dans les chapitres suivants consacrés à la modélisation de la diffusion Raman par des nanoparticules de métaux nobles. Les propriétés optiques et vibrationnelles des métaux et des nanoparticules métalliques sont rappelés dans les deux premières parties, chapitres 4 et 5. Des concepts difficiles sont introduits, notamment sur les propriétés optiques et le confinement, parfois un peu trop brièvement ce qui nuit à la lisibilité et à la précision du manuscrit. En particulier, les effets de taille sur la constante diélectrique ainsi que l'amortissement de Landau de la résonance plasmon de surface gagneraient à être mieux décrits et corrélés à un plus large ensemble de références expérimentales et théoriques. Ce sont cependant des points qui ne sont pas essentiels au travail de modélisation de la diffusion Raman qui constitue la nouveauté et l'originalité de cette partie (chapitre 6). Deux types de couplage sont considérés pour décrire l'interaction photons-modes de vibration radiaux et quadrupolaires : d'une part le potentiel de déformation et, d'autre part, un mécanisme de

déformation de surface, ce dernier étant introduit ici pour la première fois. Les résultats obtenus sont en assez bon accord avec les données expérimentales, bien qu'une comparaison quantitative ne soit pas réalisée, ni en terme de fréquence ni d'intensité, des différents modes fondamentaux et harmoniques. Par ailleurs, la description de développements théoriques nouveaux est parfois un peu succincte et mériterait d'être plus détaillée, vu la complexité des problèmes abordés, pour rendre le manuscrit plus facilement exploitable. Finalement l'utilisation de la technique Raman pour l'extraction de données, taille moyenne et dispersion en taille, sur les nanomatériaux métalliques est décrite et prometteuse.

Monsieur Guillaume Bachelier a réalisé un travail très intéressant et important sur la spectroscopie Raman des nano-structures semi-conductrices et métalliques. Les résultats obtenus permettent clairement une avancée dans la compréhension et l'exploitation de cette technique pour l'étude et la caractérisation des matériaux composites via leurs modes acoustiques. Un effort théorique important et novateur a été réalisé, notamment dans le cas des milieux métalliques, dont la description est particulièrement complexe. Je donne un avis très favorable à la soutenance de sa thèse.

Bordeaux le 6 octobre 2004



Fabrice Vallée

Directeur de Recherche au CNRS