



Université Claude Bernard



Lyon 1

HABILITATION A DIRIGER DES RECHERCHES

Date de la soutenance : **06 mars 2023**

Nom de famille et prénom de l'auteur : **Monsieur MAIOLI Paolo**

Titre de la thèse : « *Propriétés physiques des systèmes nanoconfinés : réponse ultrarapide de nano-objets métalliques* »



Résumé

Ce mémoire résume une partie importante de mes travaux de recherche depuis mon recrutement en tant que chargé de recherche en 2007, centrés autour de l'étude par spectroscopie optique résolue en temps des propriétés physiques de nano-objets métalliques et hybrides. Il est construit autour de trois chapitres scientifiques, récapitulés ci-dessous, d'un chapitre de perspectives et d'un chapitre final contenant mon CV et ma liste de publications.

Le premier chapitre décrit des études sur la dynamique électronique ultrarapide dans les nano-objets métalliques. Les processus ultrarapides sont induits par l'excitation hors-équilibre des nanoparticules provoquée par une impulsion laser femtoseconde et sont suivis en mesurant l'évolution de la réponse optique avec une deuxième impulsion. Ces expériences pompe-sonde ultrarapides ont permis d'élucider l'impact du confinement à l'échelle nanométrique sur les phénomènes de thermalisation interne entre électrons et réseau, qui se déroulent sur un intervalle de quelques picosecondes, ainsi que le transfert d'énergie et de charge dans des nanosystèmes hybrides.

Le second chapitre regroupe les résultats sur l'étude de la réponse acoustique d'objets nanométriques, sur des échelles de temps allant de la picoseconde jusqu'à la nanoseconde. De nombreuses expériences ont été effectuées sur des nanoparticules de très petite taille, dans le but de caractériser l'effet du confinement sur la réponse vibrationnelle de nanosphères métalliques d'un diamètre aussi petit qu'un nanomètre, correspondant à un nombre d'atomes de quelques dizaines. L'objectif ici était de comprendre jusqu'à quelle limite de petites tailles le modèle continu demeure valable et permet de prédire les fréquences des modes de vibration à basse fréquence. Je vais également résumer des expériences sur des nano-objets composites (métal-métal et métal-verre) visant à observer l'impact du couplage entre deux nanomatériaux sur la dynamique vibrationnelle.

Le troisième chapitre est dédié aux résultats obtenus en transport thermique entre des nano-objets et leur environnement. La spectroscopie pompe-sonde est utilisée ici pour caractériser la dynamique de refroidissement sur des échelles de temps allant jusqu'à quelques nanosecondes, ce qui permet de

caractériser finement les échanges thermiques à l'échelle nanométrique. L'impact de la cinétique thermique des nanoparticules et de leur environnement sur les signaux optiques transitoires est analysé par un modèle optothermique complet.

Le quatrième chapitre est consacré aux travaux en cours et aux perspectives. Un dernier chapitre décrivant mon CV scientifique conclut le manuscrit.