

DIPLÔME NATIONAL DE DOCTORAT

(Arrêté du 25 mai 2016)

Date de la soutenance : **16 juin 2025**

Nom de famille et prénom de l'auteur. e : **Madame Alessia COLOSIMO**

Titre de la thèse : Transfert d'énergie dans des nanostructures à rapport d'aspect élevé individuelles via des techniques tout optique

Résumé



Le transfert d'énergie à l'échelle nanométrique dans des nano-objets à rapport d'aspect élevé joue un rôle crucial dans l'ingénierie de dispositifs basés sur des nanostructures et dans l'optimisation de leur dissipation thermique. Les temps ultrarapides et les échelles de longueur caractéristiques du transfert d'énergie à cette échelle nécessitent de techniques appropriées pour l'investigation. Cette thèse traite les phénomènes de transfert d'énergie mécanique et thermique dans des nanotubes (NTs) individuels de MoS₂ et des nanofils (NWs) d'InAs, en abordant les échelles de temps et de longueur pertinentes à l'aide de la microscopie tout optique. Un protocole de nanofabrication est développé pour suspendre des nanostructures uniques au-dessus d'une tranchée, en respectant les exigences du système de spectromicroscopie. Pour aborder le rôle de l'environnement, des configurations avec la nanostructure supportée sur du polyméthacrylate de méthyle (PMMA) ou sur du saphir sont étudiées. Le transfert d'énergie est étudié dans des NTs de MoS₂. La section efficace d'extinction par unité de longueur d'un NT unique est quantitativement extraite sur une large gamme de longueurs d'onde et pour des polarisations lumineuses perpendiculaires et orthogonales à l'axe principal du NT. L'impact des diamètres des NTs et de leur environnement est examiné. Des simulations analytiques et numériques démêlent les contributions d'absorption et de diffusion à la section efficace d'extinction. Les propriétés mécaniques des NTs de MoS₂ sont étudiées, permettant d'identifier leurs modes de respiration et d'épaisseur. La modélisation analytique permet d'accéder à l'épaisseur de la coque du NT, constante (d'environ 16 nm) par rapport au rayon externe du NT. La réponse mécanique des NWs d'InAs est étudiée, donnant accès à leurs modes de respiration et longitudinaux, rationalisés par des modèles analytiques et des simulations numériques, fournissant une référence pour la matrice de rigidité élastique des NW d'InAs. Les temps d'atténuation extrinsèques et intrinsèques des modes acoustiques sont obtenus dans la gamme de fréquences hypersoniques. Du côté thermique, une méthode d'analyse de la dissipation de chaleur des NW à partir de traces optiques est conçue. Le taux de dissipation de chaleur des NWs est corrélé avec

l'étendue du contact NW-substrat. Enfin, la valeur de la conductance thermique à l'interface InAs-PMMA ($G \sim 83 \text{ MW/m}^2\text{K}$) est extraite.

Mots- transfert d'énergie à l'échelle nanométrique, nanofils d'InAs, nanotubes de
clés : MoS₂, nanofabrication, spectroscopie ultrarapide,