

THÈSE DE DOCTORAT DE

L'UNIVERSITÉ DE RENNES

ÉCOLE DOCTORALE N° 601

Mathématiques, Télécommunications, Informatique, Signal, Systèmes, Électronique

Spécialité : *Photonique*

Par

Et-Tijani EL METOUY

Éléments d'exploitation des signaux issus de l'interaction entre un diffuseur et le champ proche d'un résonateur à modes de galerie

Thèse présentée et soutenue à Lannion, le 03 septembre 2026

Unité de recherche : Institut FOTON – CNRS UMR 6082

Rapporteur-trice-s avant soutenance :

Nadia BELABAS Chargée de recherche (HDR) CNRS, C2N, , Palaiseau
Olivier GAUTHIER-LAFAYE Directeur de recherche CNRS, LAAS, Toulouse

Composition du Jury :

Président-e :	Prénom NOM	Fonction et établissement d'exercice (<i>à préciser après la soutenance</i>)
Examineurs :	Nicolas DUBREUIL	Professeur, LP2N, Institut d'Optique d'Aquitaine, Bordeaux
	Kien PHAN HUY	Professeur, Institut FEMTO-ST, ENSMM, Besançon
Dir. de thèse :	Yann BOUCHER	Maître de conférences (HDR), Institut FOTON, ENIB de Brest
Co-dir. de thèse :	Luiz POFFO	Professeur, Institut de recherche XLIM, Université de Limoges
Encadrante de thèse :	Laetitia ABEL-TIBERINI	Maître de conférences, Institut Fresnel , Ecole Centrale de Marseille

Invitée :

Christelle VELLY Ingénieure de recherche CNRS, Institut FOTON, Lannion



Titre : Éléments d'exploitation des signaux issus de l'interaction entre un diffuseur et le champ proche d'un résonateur à modes de galerie

Mot clés : résonateurs à modes de galerie, perturbation localisée, dédoublement modal, CRDM, microsphères optiques

Résumé : Cette thèse porte sur l'étude et l'exploitation des signatures optiques produites par l'interaction entre un diffuseur localisé et le champ proche d'un résonateur à modes de galerie. Un modèle analytique fondé sur une singularité localisée de permittivité est développé afin de décrire les réponses en transmission et en réflexion d'un résonateur avec ou sans perturbation, puis étendu au cas de plusieurs diffuseurs. Une formulation temporelle en termes de réponse impulsionnelle,

adaptée à la méthode CRDM (*Cavity Ring-Down Measurement*), permet ensuite de relier les signatures spectrales et dynamiques du système. Le modèle est validé expérimentalement sur des microsphères passives en silice perturbées par des pointes submicrométriques. Les résultats montrent l'intérêt de cette approche pour l'analyse et la caractérisation de faibles perturbations localisées. Une extension préliminaire au cas des microsphères actives est enfin examinée.

Title: Signal analysis of the interaction between a scatterer and the near field of a whispering-gallery-mode resonator

Keywords: whispering-gallery-mode resonators, localized perturbation, mode splitting, CRDM, optical microspheres

Abstract: This thesis deals with the study and exploitation of the optical signatures produced by the interaction between a localized scatterer and the near field of a whispering-gallery-mode resonator. An analytical model based on a localized permittivity singularity is developed to describe the transmission and reflection responses of a resonator with or without perturbation, and is then extended to the case of multiple scatterers. A time-domain formulation in terms of the point-spread func-

tion, adapted to the CRDM (*Cavity Ring-Down Measurement*) method, is subsequently introduced to connect the spectral and dynamical signatures of the system. The model is experimentally validated on passive silica microspheres perturbed by submicrometric tips. The results highlight the relevance of this approach for the analysis and characterization of weak localized perturbations. A preliminary extension to active microspheres is finally examined.