



# Habilitation à diriger des Recherches

Lundi 25 janvier

14h00

Centre de Nanosciences et de Nanotechnologies  
10 boulevard Thomas Gobert  
91120 Palaiseau

Kamel BENCHEIKH

“ Effets cohérents optiques et non linéaires dans les solides et nouvelle plateforme pour l’optique quantique ”

Lien public : <https://u-paris.zoom.us/j/81163159423?pwd=V0phR2VxUTF4MkIvNnBOa0hJWGhsUT09>

## Jury members :

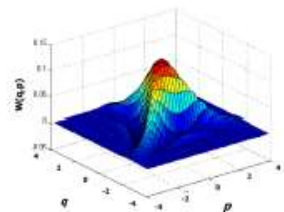
M. Benoît BOULANGER (Prof.) University Grenoble Alpes  
M. Fabien BRETENAKER (Prof.) Université Paris-Saclay  
Mme Sara DUCCI (Prof.) Université de Paris  
M. Philippe GOLDNER (DR) Institut de Recherche de Chimie Paris  
M. Sébastien TANZILLI (DR) Institut de Physique de Nice  
Mme Rosa TUALLE-BROURI (Prof.) Institut d’Optique Graduate School  
M. Hugo ZBINDEN (Prof.) Université de Genève

## Abstract :

L’optique non-linéaire, l’optique quantique et l’interaction lumière-matière sont au coeur de mes travaux de recherche. Au CNRS, Je me suis d’abord intéressé aux interactions cohérentes et non linéaires dans les cristaux dopés aux ions de terres rares et plus particulièrement aux ions Erbium dont la transition optique correspond à la longueur d’onde télécom. Exalter les effets non linéaires pour des applications en information quantique était l’une de mes motivations. Mon travail a permis d’apporter une meilleure compréhension des propriétés spectroscopiques des ions Erbium, et qu’ils étaient propices pour des démonstrations d’optique cohérente tel que le ralentissement de la lumière ou la transparence électromagnétique induite.

L’exaltation de l’interaction lumière-matière est également l’une de mes motivations. J’ai choisi de l’aborder en étudiant une plateforme nanophotonique compatibles avec les atomes usuellement utilisés pour l’électrodynamique quantique en cavité et plus particulièrement les atomes de Rb. L’exaltation peut se faire en confinant la lumière dans des volumes sub-longueurs à l’aide de cavités à cristal photonique ou encore en exploitant l’ingénierie de la relation de dispersion dans les cristaux photoniques pour augmenter l’indice de groupe.

L’optique quantique reste un domaine de recherche qui me tient à coeur. Au cours de ces dernières années, je me suis intéressé à la génération d’états quantiques de lumière présentant des intrications quantiques multimodes, ressources incontournables pour l’information quantique. Une première approche consiste à générer des états triplets à partir d’un photon pompe, d’une manière similaire à la génération de photons jumeaux, observés depuis plus de 40 ans. Le but de mes activités récentes et futures est de proposer des approches alternatives, alliant l’optique quantique et la photonique intégrée. Il s’agit d’utiliser une plateforme intégrée de guides d’onde non linéaires couplés pour engendrer des modes optiques spatiaux intriqués ou une plateforme de résonateurs en silicium pour engendrer des modes de résonances intriqués en fréquence. Ces nouvelles plateformes constitueront des ressources reproductibles, petites, stables et efficaces fonctionnant aux longueurs d’ondes télécom.



Fonction de Wigner d’un état quantique associé à la génération de triplets de photons. Interférences et négativité sont la signature du caractère non classique des états triplets.



**Kamel Bencheikh** received the Ph.D. degree in 1996 from the University Paris 13. During the Ph.D., done at Centre National d’Etudes en Telecommunication (CNET-Bagneux), he worked on the field of quantum optics, studying noiseless optical amplification, twin-photons correlations, and quantum non-demolition measurement demonstrating for the first time repeated quantum nondemolition interaction by backaction evading measurement.

From 1997 to 1999 he moved to Konstanz University in Germany for a post-doctoral position as an Alexander Von-Humboldt fellow. he worked on the design and study of stable optical parametric oscillators as tools for high-resolution spectroscopy of rare earth ions doped crystals.

In 1999, he joined the CNRS as Chargé de Recherche at Laboratoire de Photonique et de Nanostructures (LPN), working on different fields: going from quantum information with continuous variables, coherent effects in rare earth ions doped solids, slow light propagation in semi-conductor photonic crystals, to nanophotonics. Among the important achievement, the demonstration of electromagnetically induced transparency phenomena in solid-state crystal doped with erbium ions. he has also demonstrated very slow light propagation (3 m/s) in the same material using a coherent effect called Coherent population oscillations. Combining the optical properties of photonic crystals to the dispersive properties of semi-conductor quantum wells, he has shown a large increase of the photon lifetime in photonic crystal nanocavities. Very recently, we his collaborators at FOTON, they have confirmed this aspect in microsphere doped with Erbium ions achieving lifetimes of more than 2 ms.

Over the last years, he have also been working on the theoretical aspects of the generation of triple photons, the analog of twin photons that have deeply influenced quantum optics by their wide range fundamental and practical demonstrations. Recently he started a new activity dedicated to the elaboration of a nanophotonic platform dedicated to strong photon-atom interaction using photonic crystal semi-conductor materials.