

## Proposition de sujet de thèse – 2019

**Titre :** Diagonalization of quantum plasmon-polariton Hamiltonians by symplectic transformations

**Directeur:** Hans-Rudolf Jauslin (PR)

**Axe(s) scientifique(s) :** Interactions et Contrôle Quantiques (ICQ)

**Equipe(s) de recherche :** Dynamique Quantique et Non-linéaire (DQNL)

**Co-directeur:** Jonas Lampart (CR, CNRS)

### Contexte scientifique général, caractère innovant et impact global du sujet :

Ce sujet s'inscrit dans le cadre du projet I-QUINS de l'I-SITE Bourgogne Franche-Comté. La quantification de systèmes comprenant de nano-structures métalliques peut se faire en utilisant des modèles microscopiques linéaires pour le milieu métallique, qui sont couplés avec le champ électromagnétique par des interactions dipolaires. Plusieurs modèles de ce type ont été proposés dans la littérature. Pour pouvoir les utiliser pour étudier l'effet sur des atomes ou molécules, ou d'autres types d'émetteurs comme des puits quantiques il faut déterminer des opérateurs de création-annihilation qui diagonalisent l'Hamiltonien, définis dans un espace de Fock bosonique, et qui déterminent les propriétés de l'état du vide du système couplé et de ses excitations élémentaires appelées plasmons-polaritons.

Dans la littérature cette question a été abordée d'un point de vue de systèmes "bulk", i.e. d'extension infinie. Récemment une approche adaptée à des structures de taille finie a été développée [5] en utilisant la théorie de la diffusion [6].

### Objectif du projet, travail proposé :

L'objectif du projet est de continuer à développer la méthode de [6] en étudiant en détail les effets de l'interaction des plasmons-polaritons avec des atomes ou molécules, modélisés par un système à deux niveaux ou par un modèle plus complexe.

Les questions les plus importantes sont la description de l'émission/absorption de photons dans un cadre non-perturbatif ainsi que le comportement du système couplé dans l'ultraviolet et l'infrarouge. Ces questions seront traitées en vue des dernières avancées mathématiques [6,7].

### Bibliographie :

[1] B. Huttner and S. M. Barnett, Phys. Rev. A 46, 4306 (1992).

[2] L.G. Suttorp, M. Wubs; Field quantization in inhomogeneous absorptive dielectrics; Phys. Rev. A 70 (2004) 013816.

[3] L.G. Suttorp, A.J. van Wonderen; Fano diagonalization of a polariton model for an inhomogeneous absorptive dielectric; Europhys. Lett. 70 (2004) 766.

[4] T.G. Philbin; Canonical quantization of macroscopic electromagnetism; New J. Phys. 12 (2010) 123008

[5] V. Dorier, J. Lampart, S. Guérin, H.R. Jauslin, Canonical quantization for quantum plasmonics with finite nanostructures; arXiv:1810.08014 (2018).

[6] T.N. Dam, J.S. Møller, Asymptotics in Spin-Boson type models ; arXiv :1808.00085 (2018).

[7] W. De Roeck, M. Griesemer, A. Kupiainen, Asymptotic completeness for the massless spin-boson model ; Adv. Math. 268 (2018).

**Connaissances requises :**

Bases solides en mécanique quantique, physique mathématique, analyse fonctionnelle, électrodynamique classique et quantique

## Contact :

Jonas Lampart ([Jonas.Lampart@u-bourgogne.fr](mailto:Jonas.Lampart@u-bourgogne.fr), 03 80 39 60 01, Bureau D112).

Hans-Rudolf Jauslin ([jauslin@u-bourgogne.fr](mailto:jauslin@u-bourgogne.fr)), 03 80 39 59 70, Bureau D111A)