



# OFFRE DE THESE EN CO-TUTELLE

## Laboratoire Nanotechnologies et Nanosystèmes

### Laboratoire Charles Fabry



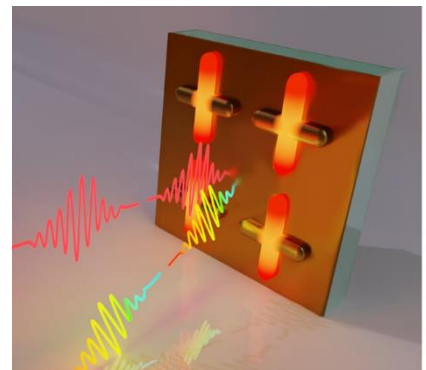
TITRE DE L'OFFRE : Étude des mécanismes d'échanges thermoplasmonique au sein de réseau de nanostructures pour des applications en biocapteurs et catalyse.

#### Mots-clefs

Thermoplasmonique, caractérisation pompe-sonde, nanofabrication, simulation par éléments finis, plasmoniques, photocatalyse.

#### Contexte:

La thermoplasmonique est un domaine en pleine émergence depuis une dizaine d'année avec de nombreuses applications (médecine, énergie, information). Les deux équipes du projet s'intéressent à plusieurs aspects en développant des biocapteurs nanostructurés<sup>1,2</sup> mais aussi en travaillant sur l'étude des mécanismes thermiques aux temps courts (10 fs à 30 ps). En particulier, nous avons développé un code basé sur le modèle à 2 températures pour décrire l'évolution de la température électronique et de réseau au sein d'un film métallique ou d'une nanostructure d'or<sup>3</sup>. Plus récemment, nous avons mis en évidence le contrôle de la température à l'échelle nanométrique par des effets de polarisation et affiner la modélisation des phénomènes mis en jeu<sup>4</sup> (image jointe). Nous souhaitons poursuivre notre étude en prenant en compte des matériaux plus performants que l'or et compatible avec l'augmentation de rendement de synthèse catalytique en bénéficiant à la fois de la miniaturisation des structures, de l'augmentation local du champ électrique et de l'apport thermique.



#### Travail de these

La méthodologie du travail de thèse s'appuiera sur un cycle d'itérations modélisation-échantillon-caractérisation qui nécessitera du candidat de bonnes aptitudes de communications entre les différents membres du projet. Les ressources de deux laboratoires seront mises en commun afin de mener à bien ce travail.

Au sein du Laboratoire Charles Fabry de l'Institut d'Optique Graduate School, les études numériques seront menées afin d'intégrer l'ensemble de phénomènes ultra-rapides (inférieur à la picoseconde) d'échanges thermiques au sein de nanostructures en fonction des matériaux étudiés (HfN, TiN, etc). Elle permettra à l'étudiant(e) de développer des compétences en modélisation thermique, plasmonique et interactions électromagnétiques à l'échelle nano. Plusieurs serveurs de calcul sont disponibles à cet effet ainsi que des codes Matlab internes à l'équipe. Quelques étapes de micro/nanofabrication pourront être menées grâce à la salle blanche de l'institut.

Au sein du Laboratoire Nanotechnologies et Nanosystèmes de l'Université de Sherbrooke (Canada), la partie plus expérimentale via de la micro/nanofabrication en salle blanche sera faite. La mise en évidence expérimentale et la caractérisation des mécanismes mis en jeu aux échelles de temps sub-picoseconde seront réalisées à l'aide d'un banc de mesure pompe-sonde. Cet outil permet des mesures de spectres transitoires avant la thermalisation des électrons-phonons à des temps sub-picosecondes, fenêtre d'excitation peu explorée où les trois mécanismes (e- chauds, e-phonon, diffusion thermique) sont découplés grâce à



Université de Sherbrooke



ÉCOLE CENTRALE LYON



Laboratoire Nanotechnologies et Nanosystèmes – UMI-LN2 (CNRS 3463)

Adresse : Institut Interdisciplinaire d'Innovation Technologique 3000, Boul. de l'Université, Sherbrooke (Québec) J1K 0A5



# OFFRE DE THESE EN CO-TUTELLE

## Laboratoire Nanotechnologies et Nanosystèmes

### Laboratoire Charles Fabry



Compétences et débouchés :

l'impulsion ultra-courte que l'on utilisera (75 fs). Il permettra également de suivre la formation de nouvelles espèces lors de synthèse catalytique. Les simulations numériques seront également poursuivies grâce aux interactions avec le LCF.

Ce travail de thèse couvre les trois aspects de la recherche en intégrant de la simulation numérique ; des outils de caractérisations ainsi que des équipements de nanofabrication, tous à l'état de l'art actuel (modèle numérique, lithographie par hélium-beam, mesure pompe-sonde femto). Les compétences théoriques et technologiques acquises permettront au futur docteur de se positionner auprès de toutes les entreprises recrutant dans le domaine des procédés de fabrication de la micro-nanoélectronique ainsi que celles qui exploiteront la caractérisation photonique de composants (optique, dynamique, échauffement thermique). La thèse bénéficiera des collaborations que l'IOGS et le LN2 possèdent aussi bien sur les territoires français et canadien qu'à l'international. La cotutelle permettra également à l'étudiant d'interagir et de confronter la vision de la recherche au niveau international lui donnant l'occasion d'acquérir une maturité scientifique.

Profil et compétences recherchés

Étudiant de niveau master 2 ou élève-ingénieur dans les domaines des nanosciences. Le/la candidat(e) devra présenter un attrait pour le travail interdisciplinaire avec un goût pour l'expérimentation mais aussi pour les aspects théoriques/simulations. Dynamique, il/elle devra faire preuve de rigueur et curiosité scientifique pour mener à bien ce sujet.

Financement

Financement sous condition de réussite à un concours (Contrat Doctoral de l'école doctorale EOBE/UPSAY / Bourse d'excellence du Fonds de Recherche du Québec). En cas de financement partiel, le laboratoire s'engage à contribuer pour compléter à hauteur de 18 mois de financement.

Co-directeurs de thèse et contact :

LN2 – Univ. Sherbrooke : [jean-francois.bryche@usherbrooke.ca](mailto:jean-francois.bryche@usherbrooke.ca)

LCF – Univ. Paris Saclay : [julien.moreau@institutoptique.fr](mailto:julien.moreau@institutoptique.fr)

Téléphone : (00) 1 819 821 8000 poste 65896

Date de début souhaitée : Sept. Octobre 2024

Documents à fournir

CV, Lettre de motivation et nom de deux références.  
Candidature via la plateforme ADUM de l'université Paris-Saclay.

A propos



L'IRL-LN2 est un Laboratoire de Recherche International entre la France (CNRS) et le Canada (Québec) située à Sherbrooke (env. 2h de Montréal). Il regroupe une centaine de personnes. L'objectif de ce laboratoire est de renforcer les coopérations scientifiques et technologiques basées entre la France et le Canada en s'appuyant sur une recherche à la fois très partenariale, avec l'industrie mais aussi plus fondamentale. Le LN2 bénéficie d'un accès à une salle blanche possédant l'ensemble des équipements les plus avancés en micro-nanostructuration, croissance de matériaux, caractérisation optique, électrique et thermique. Il est localisé sur le site du 3IT, l'institut interdisciplinaire d'innovation technologiques. <https://www.usherbrooke.ca/ln2/>



Université de Sherbrooke



Laboratoire Nanotechnologies et Nanosystèmes – UMI-LN2 (CNRS 3463)

Adresse : Institut Interdisciplinaire d'Innovation Technologique 3000, Boul. de l'Université, Sherbrooke (Québec) J1K 0A5



# OFFRE DE THESE EN CO-TUTELLE

Laboratoire Nanotechnologies et Nanosystèmes  
Laboratoire Charles Fabry



Le laboratoire Charles Fabry est une Unité Mixte de Recherche entre l'Institut d'Optique Graduate School et le CNRS et en partenariat avec l'Université Paris-Saclay. Il est le pilier historique de la recherche au sein de l'Institut d'Optique Graduate School. Situé à 1h de Paris, il regroupe une centaine de personnes. La recherche du laboratoire couvre un large spectre de l'optique et de ses applications.

1. J-F. Bryche *et al.*, "Plasmonic Enhancement by a continuous Gold Underlayer: Application to SERS Sensing", **Plasmonics**, 2016, 11(2):601-608. [Lien Hal](#)
2. J.-F. Bryche *et al.*, "Experimental and numerical investigation of biosensors plasmonic substrates induced differences by e-beam, soft and hard UV-NIL fabrication techniques," **Micro and Nano Engineering**, vol. 2. Elsevier BV, pp. 122–130, Mar. 2019. [Lien Hal](#)
3. P. Bresson *et al.*, "Improved two-temperature modeling of ultrafast thermal and optical phenomena in continuous and nanostructured metal films," **Phys. Rev. B**, vol. 102, no. 15, 2020. [Lien Hal](#)
4. J-F. Bryche\*, M. Vega\* *et al.*, " Ultra-fast heat transfer at the nanoscale: controlling heat anisotropy", **ACS Photonics**, 2023.



Université de  
Sherbrooke



Laboratoire Nanotechnologies et Nanosystèmes – UMI-LN2 (CNRS 3463)

Adresse : Institut Interdisciplinaire d'Innovation Technologique 3000, Boul. de l'Université, Sherbrooke (Québec) J1K 0A5