



## OFFRE DE STAGE

Laboratoire Nanotechnologies et Nanosystèmes  
Institut Interdisciplinaire d'Innovation Technologique



**TITRE DE L'OFFRE : Simulation et caractérisation des Propriétés thermo-optiques de matériaux plasmoniques nitrurés**

**English version below** (*a basic knowledge of French is highly recommended for daily group interactions*).

### Mots clés

Thermoplasmonique, caractérisation pompe-sonde, micro-nanostructuration, simulation par éléments finis, matériaux.

### Contexte

La thermoplasmonique est un domaine en pleine émergence depuis une dizaine d'année avec de nombreuses applications (médecine, énergie, information). Notre équipe s'intéresse à plusieurs aspects en développant des biocapteurs plasmoniques nanostructurés mais aussi en travaillant actuellement 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<sup>1,2</sup>.

Nous souhaitons poursuivre cette étude avec d'autres matériaux plasmoniques d'intérêts mais aussi d'autres arrangements de nanostructures (étude paramétrique en fonction de la période, hauteur, taille).

L'idée du stage est donc d'explorer les mécanismes thermiques se déroulant à l'échelle nanométrique aux temps ultra-courts au sein de nanostructures pour de nouveaux matériaux (type TiN, HfN) et de les implémenter dans notre code thermo-optique. Ces matériaux réfractaires présentent des temps de transports électroniques très intéressants et pourraient ouvrir la voie à de nombreuses applications en électronique et capteur.

### Mission

Le stage peut s'adapter en fonction du profil et de l'envie de l'étudiant(e) et comprend plusieurs éléments dont :

- ❖ Des simulations thermo-optiques réalisées sous Matlab (possibilité de faire des tests en Lumérical et Comsol)
- ❖ Des mesures optiques en régime statique pour étudier la réponse optique d'un réseau de nanostructures et des matériaux plasmoniques
- ❖ Des mesures optiques résolues en temps à l'aide d'un laser impulsif (femtoseconde) (spectroscopie



Université de  
Sherbrooke



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

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



## OFFRE DE STAGE

Laboratoire Nanotechnologies et Nanosystèmes  
Institut Interdisciplinaire d'Innovation Technologique



### Profil et compétences recherchés

pompe-sonde pour caractériser la dynamique d'échange d'énergie aux temps courts)

- ❖ La possibilité de réaliser certains des échantillons les plus prometteurs en salle blanche

### Personnes contacts

[jean-francois.bryche@usherbrooke.ca](mailto:jean-francois.bryche@usherbrooke.ca)

Date du stage souhaitée : Début du stage possible entre janvier 2024 et avril 2024.

### Documents à fournir

CV, relevé de notes si possible.

### Rémunération

Le stage est rémunéré + prix du billet d'avion aller-retour remboursé.

Poursuite en thèse possible : Oui

Financements associés pour la thèse : Demi-financement acquis par le laboratoire, à compléter par un concours à l'école doctorale, financement d'excellences, projet ANR (en demande))

### Références

- 1- J-F. Bryche\*, M. Vega\*, J. Moreau, P-L. Karsenti, P. Bresson, M. Besbes, P. Gogol, D.Morris, P.G. Charette, M. Canva « Ultrafast Heat Transfer at the Nanoscale: Controlling Heat Anisotropy », ACS Photonics, Mar. 11, 2023
- 2- 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.

### 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 – IRL-LN2 (CNRS 3463)

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



### OFFER TITLE: Simulation and characterization of the thermo-optical properties of nitride plasmonic materials.

#### Key-words

Thermoplasmonics, pump-probe spectroscopy, micro-nanofabrication, simulation par éléments finis, matériaux.

#### Context

Thermoplasmonics is a growing field that has emerged over the last ten years with numerous applications (medicine, energy, information). Our team is involved in a number of different aspects, from the development of nanostructured plasmonic biosensors to the study of short-time thermal mechanisms (10 fs to 30 ps). Particularly, we have developed a 2-temperature model-based code to describe the evolution of electronic and lattice temperatures within a metal film or nanostructure<sup>1,2</sup>.

We would like to continue this study with other plasmonic materials of interest, as well as other nanostructure arrangements (parametric study as a function of period, height and/or size).

The idea of the internship is therefore to explore the thermal mechanisms taking place on the nanometric scale at ultra-short times within nanostructures for new materials (TiN, HfN type) and to implement them in our thermo-optical code. These refractory materials offer very interesting electronic transport times and could open the way to numerous applications in electronics and sensors.

#### Mission

The program can be adapted to suit the student's profile and interests, and includes a number of elements:

- ❖ Thermo-optical simulations using Matlab (with the possibility of running tests in Lumérical and Comsol).
- ❖ Optical measurements in the static regime to study the optical response of a nanostructure array and plasmonic materials.
- ❖ Time-resolved optical measurements using a pulsed (femtosecond) laser (pump-probe spectroscopy to characterize energy exchange dynamics at short times).
- ❖ The ability to produce some of the most promising samples in cleanroom conditions.

#### Profile and skills required

We are looking for a master's level student or engineering student in the fields of nanoscience, materials, optics, or physics. The intern should have an interest in modeling and simulation. They should be





## OFFRE DE STAGE

Laboratoire Nanotechnologies et Nanosystèmes  
Institut Interdisciplinaire d'Innovation Technologique



### Contacts

dynamic, demonstrate scientific rigor, and have curiosity to successfully complete this project.

[jean-francois.bryche@usherbrooke.ca](mailto:jean-francois.bryche@usherbrooke.ca)

Starting date: Between January and April 2024.

### Documents to provide

CV + transcript.

### Salary

The internship is paid, and we refund the flight.

Possibly to continue in thesis: Yes

Related funding for the thesis: Half-funding acquired by the laboratory, to be supplemented by a doctoral school competition, excellence funding, ANR project (on request).

### Sources

- 1- J-F. Bryche\*, M. Vega\*, J. Moreau, P-L. Karsenti, P. Bresson, M. Besbes, P. Gogol, D.Morris, P.G. Charette, M. Canva « Ultrafast Heat Transfer at the Nanoscale: Controlling Heat Anisotropy», ACS Photonics, Mar. 11, 2023
- 2- 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.

### About us

*The IRL-LN2 is an International Research Laboratory established between France (CNRS) and Canada (Quebec), located in Sherbrooke (approximately 2 hours from Montreal). It brings together about a hundred individuals. The objective of this laboratory is to strengthen scientific and technological collaborations between France and Canada, relying on both highly collaborative research with industry and more fundamental research. The LN2 has access to a cleanroom facility equipped with state-of-the-art micro-nanostructuring equipment, material growth, and optical, electrical, and thermal characterization tools. It is located on the inside 3IT, the Interdisciplinary Institute of Technological Innovation. For more information, you can visit their website: <https://www.usherbrooke.ca/ln2/>*



Université de  
Sherbrooke



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

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