

<p style="text-align: center;"><b>Proposition de thèse en cotutelle</b> <b>Université de Sherbrooke (Canada) – INL (France)</b></p>
---

**Dispositif photonique métallo-diélectrique pour l'analyse d'interactions biomoléculaires en temps réel**

**Contacts**

Paul Charette                  Paul.Charette@USherbrooke.ca

**Contexte**

Les deux dernières décennies ont vu naître le mariage très remarqué de la biologie et de la photonique. Les promesses de la bio-photonique sont immenses. Elle se situe à l'interface entre l'optique, la chimie, les sciences de la vie et la médecine. Elle permet déjà la détection de molécules biologiques et l'étude de leur masse en fonction du temps dans des concentrations faibles. De grandes avancées ont vu le jour dans le domaine du diagnostic génétique avec l'avènement des biopuces à fluorescence. Pour être efficaces, les futurs systèmes doivent apporter un gain, quant à la diversité des informations fournies (en particulier sur l'évolution structurelle des molécules), afin de proposer des outils pour la compréhension du fonctionnement des molécules biologiques à des échelles ultimes: la molécule unique. Elles doivent autoriser à terme la détection de virus ou autre menace biologique (ou bactériologique) même si la quantité de matériaux à analyser disponible est faible. En pratique, il sera possible de faire des analyses d'échantillons sans pour autant devoir recourir à une phase préalable de culture biologique (un à plusieurs jours). Cela permettra, en outre, une prise en charge et un diagnostic du patient dès les instants initiaux de contraction de la maladie.

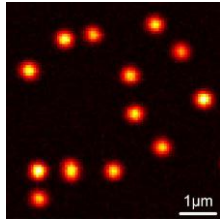
La détection simple, rapide et efficace des molécules chimiques ou biologiques est devenue un enjeu important pour les secteurs de la santé, de l'environnement, de l'agriculture, ou encore de l'agro-alimentaire. Parmi les bio-capteurs actuels, ceux qui exploitent une détection optique présentent une sensibilité particulièrement élevée. On peut distinguer deux types de détection : la détection utilisant des marqueurs fluorescents (les plus sensibles à ce jour mais qui nécessitent une phase de greffage sur l'objet biologique à étudier) et la détection sans marqueurs (dispositifs plasmoniques) qui exploite les modifications des propriétés optiques du dispositif liées au greffage d'une bio-molécule.

## Objectifs

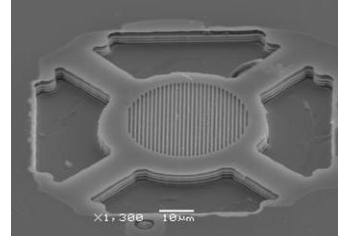
La stratégie adoptée dans ce travail est d'exploiter au mieux le mariage entre les nanostructures métalliques, sièges de plasmons de surface, et les matériaux diélectriques. Il s'agit de combiner les avantages des matériaux diélectriques (faibles pertes d'absorption, gain optique...) et des structures plasmoniques (contact métallique, confinement ultime...) pour développer de nouveaux bio-capteurs ultra performants et fonctionnels. Cette opération s'appuie sur les avancées significatives réalisées au laboratoire sur la mise en œuvre de structures micro-nanophotoniques diélectriques, notamment à base de cristaux photoniques, et propose de l'étendre en bénéficiant des potentialités inégalées que constituent les nanostructures métalliques (nano-antennes...) pour façonner les champs au-delà de la limite de diffraction. Il s'agit d'une approche originale, propre à l'INL, s'appuyant sur notre expertise d'ingénierie de mode de Bloch lent dans les cristaux photoniques. L'idée est ici de tirer le meilleur parti des deux mondes : la possibilité pour les nanoparticules métalliques d'avoir des modes qui confinent le champ à une échelle nanométrique et un cristal photonique que l'on peut exciter efficacement à l'aide d'un faisceau laser. A moyen terme, l'objectif poursuivi est la réalisation de capteurs très performants et entièrement intégrés au sein de puces optiques permettant une détection multiple en parallèle et in-situ de différentes biomolécules, telles que l'ADN, des protéines ou même des virus. Ce sujet fortement interdisciplinaire associera des compétences très pointues d'équipes de physiciens, de chimistes, des biologistes et des technologues (INL, Sherbrooke, INRS) qui possèdent une bonne avance théorique et expérimentale dans cette thématique qui devrait devenir fortement compétitive prochainement.

L'étudiant prendra pleinement part aux différentes étapes de conception, de réalisation et de caractérisation de ce projet ce qui lui assurera une expertise pluridisciplinaire dans le domaine des micro-nanotechnologies d'intérêt industriel autant qu'académique. Il participera activement aux travaux théoriques (modélisation, simulation), à l'élaboration des composants, leurs bio-fonctionnalisations, et à la caractérisation des dispositifs réalisés. Il devra s'impliquer dans le suivi et la coordination de ces différentes parties participant ainsi au succès de ce travail.

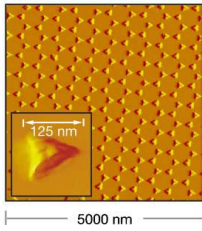
Le doctorant sera accueilli au sein de l'équipe Nanophotonique (Dir. Xavier Letartre) de l'INL qui développe des programmes de recherche originaux exploitant les micro-nanotechnologies pour des applications en micro-nano-photonique. Elle est une des équipes leader en France dans les domaines des cristaux photoniques et des MOEMS.



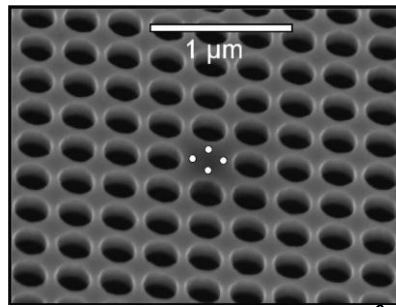
**Détection de molécule unique**



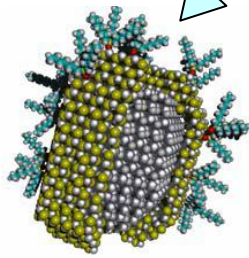
**Cristaux photoniques**



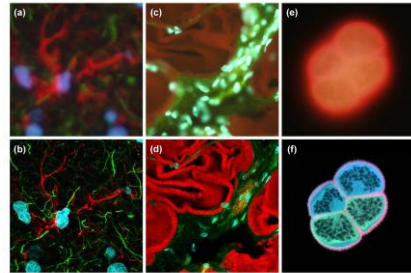
**Plasmonique**



**Champ proche optique**



**Biotechnologie**



**Microscopie confocale**