

Master/PhD: Ultrafast graphene photodetectors for integrated photonic circuits

Context - Integrated photonics is a promising technology that can revolutionize digital applications such as artificial intelligence and quantum sciences. Optoelectronic devices are the foundation of photonic integrated circuits and convert electrical signals into light signals and vice versa at a very fast rate. One of the major goals in the field of telecommunications is to design optoelectronic devices that can accelerate this rate. However, conventional materials like silicon are no longer sufficient, and new materials with improved optoelectronic properties are needed. Graphene, a single layer of carbon atoms, is a potential material with excellent optical and electronic properties. It can convert light signals into electrical signals within a few picoseconds [1], which makes them very promising for ultrafast photodetection.

Research project - We are looking for a well-qualified and motivated student to help us develop a chip-integrated, ultrafast photodetector based on graphene (Fig. 1). The PhD project will focus on the design, fabrication and characterization of these photodetectors using state-of-the-art nanofabrication and optoelectronic measurement equipment. These tasks will be performed in close collaboration with several industrial partners in the context of a new Research Chair on nanomaterials for integrated photonics.

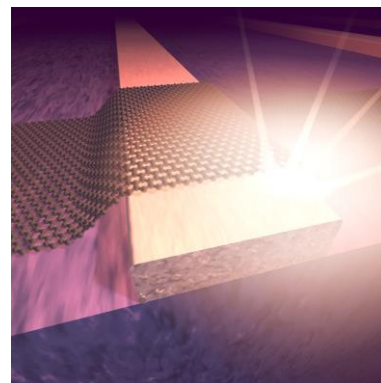


Figure 1. Schematics of a graphene photodetector coupled to a photonic waveguide.

Research environment - The PhD student will be supervised by Prof. Mathieu Massicotte from the Department of Electrical and Computer Engineering of Université de Sherbrooke, and principal investigator of the Nano-Opto-Electro group (www.optonanoelectro.com). The work will be done mainly at the Interdisciplinary Institute for Technological Innovation (3IT) attached to the Université de Sherbrooke. 3IT is a unique institute in Canada, specializing in the research and development of innovative technologies for energy, electronics, robotics and health. It holds a state-of-the-art cleanroom with a complete micro-nanofabrication infrastructure. The PhD student will thus benefit from a highly interdisciplinary research environment that combines students, technicians and professors working together to develop the technologies of the future.

Candidate profile

- Bachelor's or Master's degree in Engineering or Physics
- Experience and skills in laboratory work
- Background knowledge in semiconductor physics, photonics, and/or microfabrication
- Excellent adaptability, autonomy, teamwork and problem solving skills.
- Assets: knowledge or experience in cleanroom environment, CAD modeling (ex.: Lumerical), (opto)electronic measurement, and integrated photonics.

To apply please send the following documents to mathieu.massicotte@usherbrooke.ca

- Curriculum Vitae
- Transcript (Bachelor's and/or Master's degree)
- Cover letter emphasizing the relevance of your experience with the proposed subject
- Letters of recommendation and/or contact details of 2 references

Reference

[1] Massicotte, M., Soavi, G., Principi, A. & Tielrooij, K. J. *Hot carriers in graphene-fundamentals and applications*. *Nanoscale* **13**, 8376–8411 (2021).

Master/PhD: Photodétecteurs ultrarapides à base de graphène pour les circuits intégrés photoniques

Contexte - La photonique intégrée est l'une des clés de voûte pour concrétiser les promesses de plusieurs technologies numériques révolutionnaires, notamment dans les secteurs de l'intelligence artificielle et des sciences quantiques. Au cœur des circuits intégrés photoniques se trouvent des dispositifs optoélectroniques, qui ont principalement pour but de convertir les signaux électriques en signaux lumineux, et vice versa, et ce à un rythme extrêmement élevé. Concevoir des dispositifs optoélectroniques capables d'accélérer cette cadence est l'un des objectifs principaux dans le domaine des télécommunications. Toutefois, bien souvent, les matériaux conventionnels tels que le silicium ne suffisent plus à la tâche. Il devient donc urgent de trouver et d'intégrer de nouveaux matériaux qui possèdent de meilleures propriétés optoélectroniques. Parmi les matériaux considérés, le graphène, constitué d'une couche simple d'atomes de carbone, se démarque par ses propriétés optiques et électroniques époustouflantes. Des études préliminaires ont démontré que ce matériau bidimensionnel (2D) peut convertir les signaux lumineux en signaux électriques en moins de 1 ps, ce qui le rend très prometteur pour la photodétection ultrarapide.

Projet de recherche - Nous recherchons un.e étudiant.e qualifié.e et motivé.e pour nous aider à développer un photodétecteur ultrarapide à base de graphène et intégré à un circuit photonique. Le projet de doctorat se concentrera sur la conception, la fabrication et la caractérisation de ces photodétecteurs à l'aide d'équipements de pointe pour la nanofabrication et les mesures optoélectroniques. Ces tâches seront réalisées en étroite collaboration avec plusieurs partenaires industriels dans le cadre d'une nouvelle Chaire de recherche sur les nanomatériaux pour la photonique intégrée.

Environnement de recherche - L'étudiant.e sera supervisé.e par prof. Mathieu Massicotte du Département de génie électrique et génie informatique de l'Université de Sherbrooke, et chercheur principal du groupe Nano-Opto-Electro (www.optonanoelectro.com). Le travail se fera principalement à l'Institut interdisciplinaire d'innovation technologique (3IT). Le 3IT est un institut unique au Canada, spécialisé dans la recherche et le développement de technologies innovantes pour l'énergie, l'électronique, la robotique et la santé. L'étudiant.e bénéficiera ainsi d'un environnement de recherche hautement interdisciplinaire composé d'étudiants, techniciens et professeurs travaillant ensemble pour développer les technologies du futur.

Profil recherché

- Maîtrise ou diplôme en ingénierie ou physique
- Expérience et compétences en laboratoire
- Connaissances de base en physique des semi-conducteurs, photonique et/ou microfabrication
- Excellentes capacités d'adaptation, d'autonomie, de travail d'équipe et de résolution de problèmes.
- Atouts : expérience en salle blanche, simulations numériques (p. ex., Lumerical), mesures (opto)électroniques et photonique intégrée.

Pour postuler, veuillez envoyer les documents suivants à mathieu.massicotte@usherbrooke.ca

- Curriculum vitae
- Relevés de notes (baccalauréat et maîtrise)
- Lettre de motivation soulignant la pertinence de votre expérience avec le sujet proposé
- Lettres de recommandation et/ou coordonnées de 2 références

Référence

[1] Massicotte, M., Soavi, G., Principi, A. & Tielrooij, K. J. *Hot carriers in graphene-fundamentals and applications*. *Nanoscale* **13**, 8376-8411 (2021).

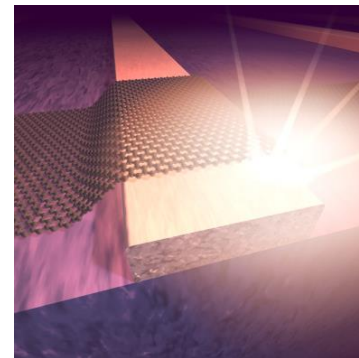


Figure 1. Illustration d'un photodétecteur à base de graphène couplé à un guide d'onde photonique.