

Proposition de stage
Master 2^{ème} année
Année 2027

Date de la proposition : 20 octobre 2026

Responsable du stage :	
Nom : Bocquel	Prénom : Juanita
Tél :	Courriel : juanita.bocquel@usherbrooke.ca
Nom du Laboratoire : Groupe Bocquel, Institut quantique	
Etablissement : Université de Sherbrooke	Code d'identification : IRL CNRS-Sherbrooke
Site Internet : https://www.usherbrooke.ca/iq/en/about/team/researchers/juanita-bocquel	
Adresse : Sherbrooke, Québec, Canada	
Lieu du stage : Institut quantique	
Montant du financement de stage : 2 000 \$ / mois + déplacement France-Sherbrooke remboursé	

Titre du stage : Centres colorés dans le diamant : contrôle et détection quantique
CONTEXTE Un défi central des technologies quantiques est de naviguer entre deux exigences en apparence opposées : protéger un système quantique de son environnement afin de préserver sa cohérence, tout en maintenant les interactions nécessaires à son contrôle et à sa lecture pour le calcul quantique, ou en exploitant au contraire sa sensibilité à l'environnement pour la détection quantique. Les centres colorés de spin dans le diamant et d'autres semi-conducteurs offrent une plateforme particulièrement intéressante pour étudier cette dualité. Leurs états électroniques et de spin peuvent être initialisés et lus optiquement, puis manipulés à l'aide de champs micro-ondes. Intégrés directement dans un matériau solide, ils constituent également des capteurs quantiques capables de sonder les propriétés de dispositifs et de matériaux. Les champs magnétiques et électriques, la température, les contraintes mécaniques, ou encore l'intégration dans des nanostructures peuvent modifier leur dynamique de charge et leur cohérence de spin. Notre groupe cherche à comprendre et maîtriser ces interactions, à la fois pour développer des qubits plus robustes et pour exploiter ces défauts comme sondes quantiques de dispositifs et de matériaux à l'échelle nanométrique. SUJET DE STAGE Le sujet précis sera défini en fonction des projets en cours dans le groupe, ainsi que des intérêts et de l'expérience de l'étudiant ou de l'étudiante. Quelques exemples de projets possibles sont : • Lecture spin-vers-charge de centres NV. Caractériser les processus d'ionisation et de recombinaison entre NV^- et NV^0, puis mettre en œuvre un protocole de lecture spin-vers-charge afin d'améliorer la fidélité de lecture du spin. Le projet pourra notamment comparer des centres NV natifs à des centres créés par impulsions laser femtoseconde. • Contrôle quantique adaptatif en temps réel. Développer des protocoles capables d'adapter automatiquement la suite d'une séquence expérimentale en fonction du résultat d'une mesure

précédente. À l'aide d'un FPGA, le projet explorera comment cette rétroaction en temps réel peut améliorer l'initialisation, la lecture du spin ou la rapidité du contrôle quantique.

- **Stabilisation de l'état NV⁰ à faible diffusion spectrale.** Étudier comment l'ingénierie du niveau de Fermi et la nanostructuration peuvent stabiliser l'état NV⁰ tout en préservant ses propriétés optiques et en limitant la diffusion spectrale.

Les projets sont principalement expérimentaux et peuvent faire appel à la microscopie confocale, à la spectroscopie optique, au contrôle par impulsions optiques et micro-ondes, ainsi qu'à des mesures à basse température. Certains sujets peuvent également inclure des étapes de nanofabrication ou d'intégration de dispositifs.

D'autres idées de projets pourront être discutées en fonction des intérêts du ou de la stagiaire, notamment en lien avec les collaborations du groupe avec des laboratoires partenaires en France.

ENVIRONNEMENT DE TRAVAIL

Le Québec offre un écosystème particulièrement dynamique pour la recherche quantique, avec une forte concentration d'équipes académiques, d'infrastructures et d'initiatives de pointe. À Sherbrooke, le ou la stagiaire sera accueilli(e) à l'Institut quantique, un centre de recherche interdisciplinaire réunissant des expertises en information quantique, matériaux quantiques et génie quantique.

Il ou elle rejoindra un groupe expérimental en plein développement et pourra s'impliquer directement dans la conception, la mise en place et la réalisation des expériences, en interaction étroite avec la professeure responsable, le personnel de recherche et les autres étudiants et étudiantes du groupe.

Le stage donnera aussi accès à un vaste réseau scientifique au Québec, au Canada et à l'international. Les séminaires, ateliers et activités scientifiques et sociales de l'Institut offrent de nombreuses occasions d'échanger et de s'intégrer à la communauté.

DOCTORAT

Ce stage peut mener à une thèse de doctorat. Des possibilités de cotutelle avec des groupes de recherche en France existent notamment dans le cadre de l'*International Research Laboratory (IRL) Frontières Quantiques*, établi entre l'Université de Sherbrooke et le CNRS.

Ce stage pourra-t-il se prolonger en thèse ? OUI

Si oui, financement de thèse envisagé ou acquis ?
Financement acquis pour une thèse à Sherbrooke.

Possibilité de thèse en cotutelle Sherbrooke-France ? OUI

Si oui, avec quel(s) groupe(s) de recherche en France ?
Le / la superviseur.e côté France sera identifié.e ultérieurement.

Si oui, financement de thèse envisagé ou acquis ?
Demi-bourse acquise côté Sherbrooke ; Demi-bourse possible côté France