

# SIMULATION DE CIRCUITS CRYOGÉNIQUES CMOS-OXRAM POUR LE CONTRÔLE DE QUBITS DE SPIN ASSISTÉ PAR IA

Numéro de la fiche : OPR-1003

## Sommaire

### DIRECTION DE RECHERCHE

Dominique Drouin, Professeur -  
Département de génie électrique et de  
génie informatique

### RENSEIGNEMENTS

[dominique.drouin@usherbrooke.ca](mailto:dominique.drouin@usherbrooke.ca)

### CODIRECTION DE RECHERCHE

Yann Beilliard, Professeur associé -  
Université de Sherbrooke

### RENSEIGNEMENTS

[yann.beilliard@usherbrooke.ca](mailto:yann.beilliard@usherbrooke.ca)

### UNITÉ(S) ADMINISTRATIVE(S)

Faculté de génie  
Département de génie électrique et de  
génie informatique  
Institut quantique

### CYCLE(S)

3e cycle

### LIEU(X)

Campus de Sherbrooke

## Description du projet

de qubits très prometteuses incluent les qubits de spin basés sur des boîtes quantiques (BQ) sur Si ou Ge. Elles tirent parti de la grande maturité des technologies CMOS pour offrir des dispositifs quantiques peu coûteux et hautement évolutifs. De grands centres de recherche comme le CEA, QuTech et Intel ont commencé à démontrer de qubits de spin de haute qualité basés sur des technologies CMOS avancées. Cependant, la calibration et le contrôle des BQ sont encore réalisés à la main avec une électronique classique encombrante située à l'extérieur du cryostat. L'absence de cryo-électronique entièrement intégrée capable de calibrer automatiquement les BQ rend actuellement impossible la construction d'un ordinateur quantique à grande échelle en raison du « goulot d'étranglement » du câblage entre les dispositifs quantiques et l'électronique de contrôle. Dans ce contexte, le consortium 3IT-1QBit lance un programme de recherche pour adresser ce problème à l'aide d'intelligence artificielle et de circuits neuromorphiques cryogéniques. Nous proposons un stage de 6 mois axé sur la simulation de circuits cryo-compatibles basés sur des memristors TiO<sub>2</sub> (i.e. OxRAM) et des composants CMOS. Ces circuits CMOS-OxRAM permettront d'implémenter des réseaux neuronaux et des méthodes de calcul en mémoire dédiés à l'auto-calibration de BQ.

Sujet : La personne recrutée sera chargée de développer des simulations de circuits pour le calcul en mémoire implémenté sur des puces CMOS-OxRAM cryogéniques. L'impact de la température et des contraintes/non-idéalités matérielles seront pris en compte grâce à des mesures expérimentales de circuits CMOS-OxRAM fabriqués dans le cadre du programme. Ce projet s'appuiera sur les travaux suivants du groupe INPAQT au 3IT :

- Fully CMOS-compatible passive TiO<sub>2</sub>-based memristor crossbars for in-memory computing - ScienceDirect
- Miniaturizing neural networks for charge state autotuning in quantum dots - IOPscience

La personne devra (i) apprendre à utiliser un simulateur de réseaux de neurones et de circuits analogiques CMOS-OxRAM dédiés à la détection de formes dans des diagrammes de stabilité de BQ, (ii) mettre en œuvre des algorithmes d'auto-calibration de BQ, puis étudier les performances du circuit CMOS-OxRAM dédié à leur exécution, (iii) étudier l'impact des non-idéalités des mémoires OxRAM sur la précision de l'auto-calibration et développer des méthodes d'apprentissage « hardware-aware » tenant compte de ces défauts, (iv) développer des modèles cryogéniques de composants CMOS et OxRAM afin d'implémenter des méthodes de ré-entraînement permettant le bon fonctionnement des circuits à 4 Kelvin.

Environnement de travail : Le projet sera réalisé sous la direction de Pr. Dominique Drouin au sein de L'IRL-LN2, un « International Research Laboratory » du CNRS. Pr. Fabien Alibart et Pr. Yann Beilliard participeront à l'encadrement. Le travail sera effectué principalement à l'Institut Interdisciplinaire d'Innovation Technologique (3IT) et à l'Institut Quantique (IQ) de l'UdeS, en collaboration étroite avec l'entreprise 1QBit. 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'IQ est un institut de pointe ayant pour mission d'inventer les technologies quantiques de demain et de les transférer en milieu industriel. 1QBit est un leader canadien dans le domaine du CQ, de l'IA et de l'informatique de haute performance. Son équipe multidisciplinaire conçoit des systèmes de contrôle, des compilateurs et des architectures de services pour les plateformes informatiques exotiques et de nouvelle génération. La personne bénéficiera ainsi d'un environnement de recherche exceptionnel où académiques et industriels collaborent étroitement pour développer les technologies futures de l'IA et du CQ.

Profil recherché :

- Spécialisation en génie électrique et génie informatique
- Atouts : compétences en circuits analogiques (Cadence, LTSpice), réseaux de neurones, Python/PyTorch
- Forte capacité d'adaptation, d'autonomie, de travail en équipe et de résolution de problèmes
- Goût prononcé pour la conception de circuit, la simulation et la R&D interdisciplinaire
- Français ou anglais courant

Contacts : jobnano@usherbrooke.ca - Documents à fournir : CV, relevés de notes des 2 dernières années et références

**Discipline(s) par  
secteur**

**Financement offert**

**Partenaire(s)**

À discuter

1QBit

**Sciences naturelles et génie**

Génie électrique et génie électronique

La dernière mise à jour a été faite le 13 mars 2024. L'Université se réserve le droit de modifier ses projets sans préavis.