

# CIRCUITS NEUROMORPHIQUES POUR L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE : MICROFABRICATION SUR CMOS ET CARACTÉRISATION DE RÉSEAUX DE MEMRISTORS

Numéro de la fiche : OPR-382

## Sommaire

### DIRECTRICE/DIRECTEUR DE RECHERCHE

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

#### Renseignements

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

### CODIRECTRICE/CODIRECTEUR DE RECHERCHE

Serge Ecoffey, Professionnel rech. niv. 3  
(Professeur associé) - Département de  
génie électrique et de génie informatique

#### Renseignements

[serge.ecoffey@usherbrooke.ca](mailto:serge.ecoffey@usherbrooke.ca)

### UNITÉ(S) ADMINISTRATIVE(S)

Faculté de génie  
Département de génie électrique et de  
génie informatique  
Institut interdisciplinaire d'innovation  
technologique (3IT)

### CYCLE(S)

2e cycle  
3e cycle

### LIEU(X)

3IT - Institut interdisciplinaire d'innovation  
technologique

---

## Description du projet

### Contexte :

Depuis les années 2010, l'intelligence artificielle (IA) à base de réseaux de neurones artificiels (RNA) a démontré des capacités exceptionnelles de reconnaissance, de classification et de modélisation. Cependant, l'architecture linéaire du matériel informatique actuel (dite de von Neumann) est inadaptée aux algorithmes d'IA impliquant de lourds calculs parallèles de type multiply-accumulate (MAC). En résulte une grande consommation d'énergie et une limitation des performances des logiciels basés sur les RNA. Pour résoudre ce problème, une des approches les plus prometteuses consiste à s'inspirer de la structure du cerveau pour la mise au point de systèmes électroniques dits neuromorphiques. Dans ce cadre, le matériel informatique bénéficie d'une architecture ultra-parallélisée émulant le fonctionnement du cerveau à l'aide de dispositifs électroniques servant de synapses et de neurones. Notre groupe de recherche travaille actuellement au développement de telles circuits neuromorphiques intégrés sur silicium, dont les synapses artificielles sont basées sur des réseaux crossbar de mémoires résistives. Ces dernières, aussi appelées memristors, sont composées d'une couche isolante dont la valeur de conductance est utilisée comme poids synaptique et peut être modifiée via l'application d'une tension. Nous proposons un projet de recherche centré sur la micro-nanofabrication et la caractérisation électrique de réseaux crossbar de memristors, destinés à être utilisés comme synapses dans des circuits intégrés neuromorphiques réalisés avec la technologie CMOS 65 nm.

### Sujet :

Ce projet de recherche s'inscrit dans un large programme de développement de circuits neuromorphiques, mené par le Pr Dominique Drouin en collaboration avec de nombreux partenaires académiques incluant les Universités de Toronto et de Waterloo. En s'appuyant sur les expertises et procédés de fabrication du groupe du Pr Drouin, le/la stagiaire aura pour tâche de (i) réaliser et optimiser le procédé complet de micro-nanofabrication des réseaux crossbar de memristors dans la salle blanche du 3IT. Les substrats utilisés seront en silicium et pourront comporter des transistors fabriqués par une fonderie industrielle ; (ii) réaliser des caractérisations électriques en DC et pulsées des dispositifs à l'aide d'une station sous pointes, afin d'en analyser les performances et le comportement. Cette étude sera conduite à température ambiante et température cryogénique (< 1.5 K) ; (iii) développer un protocole de programmation de la conductance des mémoires à l'aide de pulses en tension, afin d'étudier la précision ainsi que la variabilité de la procédure. Ce travail sera réalisé sur une station sous pointes puis sur un PCB neuromorphique en cours de développement dans le groupe ; (iv) développer sur le PCB

neuromorphique une procédure d'apprentissage automatique pour la reconnaissance de formes simples en utilisant la conductance des memristors comme poids synaptiques.

#### Encadrement & environnement de travail :

Ce projet sera réalisé sous la direction du Pr. Dominique Drouin et sous l'encadrement de Pr Fabien Alibert, Pr Serge Ecoffey et Dr Yann Beilliard. Notre groupe de recherche est composé d'une quinzaine d'étudiants, dont 3 postdoctorants qui participeront à l'encadrement. Le travail sera effectué principalement à l'Institut Interdisciplinaire d'Innovation Technologique (3IT) de l'UdeS. Le 3IT est un institut unique au Canada dédié à la recherche et au développement de technologies innovantes dans les domaines de l'énergie, l'électronique, la robotique et la santé. Les caractérisations en conditions cryogéniques se feront à l'Institut Quantique (IQ) de l'UdeS, dans le laboratoire du Pr Michel Pioro-Ladrière. L'IQ est un institut de pointe ayant pour mission d'inventer les sciences et technologies quantiques de demain et de les transférer au milieu industriel.

#### Profil recherché :

- Cours universitaire ou école d'ingénieur en génie électrique, physique appliquée ou microélectronique
- Volonté de mobilité, forte capacité d'adaptation et de travail en équipe
- Goût pour la conception, la microfabrication en salle blanche et la caractérisation de dispositifs
- Atouts : Compétences en micro-nanotechnologies, réseaux de neurones artificiels, caractérisations électriques, programmation (Python, C++, Arduino)

#### Informations pratiques :

- Le sujet peut être adapté pour un stage de fin d'études (6-12 mois), une maîtrise (1-2 ans), avec possibilité de poursuite en thèse

Date de début : Février 2020

Discipline(s) par secteur

Financement offert

Partenaire(s)

**Sciences naturelles et génie**

Oui

IBM Bromont, STMicroelectronics

Génie électrique et génie électronique

La dernière mise à jour a été faite le 24 novembre 2020. L'Université se réserve le droit de modifier ses projets sans préavis.