

# Co-tutelle France-Canada : Implémentation physique de réseaux de neurones artificiels à décharge à base de mémoires résistives

Numéro de la fiche : OPR-473

## 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)

### UNITÉ(S) ADMINISTRATIVE(S)

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

### CYCLE(S)

3e cycle

### LIEU(X)

3IT - Institut interdisciplinaire d'innovation  
technologique  
IM2NP - Institut Matériaux  
Microélectronique Nanosciences de  
Provence

---

## Description du projet

Les progrès récents en microélectronique et informatique ont permis l'adoption généralisée de technologies d'intelligence artificielle (IA) aux capacités exceptionnelles de traitement et de classification de données massives. Ces algorithmes d'IA reposent en grande partie sur le concept de réseaux de neurones artificiels (RNA), dont les méthodes de fonctionnement font intervenir de nombreux calculs énergivores tels que des produits vecteur-matrice. De nombreux travaux de recherche portent donc sur la mise au point d'une nouvelle génération de réseaux de neurones à ultra-basse consommation. A l'instar des neurones biologiques communiquant à l'aide de décharges électriques (spikes), ces nouveaux algorithmes utilisent des impulsions pour encoder et traiter l'information. Afin de maximiser les performances de tels réseaux de neurones à décharge (RND), il est nécessaire de développer des composants sur silicium et des architectures électroniques spécifiques. Dans ce cadre, les mémoires émergentes non-volatiles à résistance variable (aussi appelées mémoires résistives), sont considérées comme des candidats prometteurs pour la réalisation de synapses et de neurones artificiels. C'est pourquoi nous proposons un projet de thèse en co-tutelle France-Canada ayant pour but l'implémentation sur circuit de fonctions synaptiques et neuronales à l'aide de mémoires résistives et de circuits électroniques spécifiquement conçus pour les RND.

Sujet : En s'appuyant sur les expertises conjointes du 3IT-LN2 (Université de Sherbrooke) et du IM2NP (Aix-Marseille Université) dans le domaine des mémoires résistives et des circuits neuromorphiques (inspirés du cerveau), l'étudiant.e sera en charge de concevoir, de fabriquer et d'étudier des blocs électroniques multifonctionnels à base de mémoires résistives, démontrant des comportements synaptiques et neuronaux adaptés aux RND. Les tâches principales de cette thèse incluront : (i) la caractérisation électrique (statique et dynamique) et la modélisation compacte des mémoires résistives fabriquées par le groupe de Pr. Dominique Drouin au 3IT-LN2, de manière à obtenir des modèles compatibles avec les simulateurs électriques des flots de conception (SPICE); (ii) la conception de circuits intégrés hybrides (CMOS & mémoires résistives) configurables émulant le comportement de synapses et de neurones à décharge; (iii) le dessin des différents masques de photolithographie nécessaire à la réalisation des mémoires résistives sur silicium et leur interconnexion avec des transistors préalablement fabriqués en fonderie; (iv) la réalisation et l'optimisation du procédé complet de micro-nanofabrication des mémoires résistives en salle blanche; (v) l'implémentation et l'études de différentes règles d'apprentissage local spécifiques au comportement dynamique des neurones et synapses à base de mémoires résistives pour la réalisation de réseaux de neurones artificiels à décharge. Ces

règles d'apprentissage seront notamment basées sur la fréquence et le synchronisation des décharges (« spike-timing-dependant plasticity », STDP), et devront tenir compte des autres liaisons synaptiques entre les pré- et post-neurones. D'autres fonctionnalités avancées telles que les facteurs de branchement et les seuils de décharge adaptatifs seront explorés.

Environnement de travail : La thèse sera réalisée en co-tutelle entre l'UdeS (Québec, Canada) et Aix-Marseille Université (France), sous la co-direction de Pr. Dominique Drouin et de Pr. Marc Bocquet. Le Pr. Yann Beilliard et le Pr. Fabien Alibart de l'UdeS et de l'Université de Lille (France) participeront à l'encadrement. Le travail sera effectué principalement à l'Institut Interdisciplinaire d'Innovation Technologique (3IT) situé au campus principal de l'UdeS et à l'IM2NP sur le campus de Château Gombert. 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 bénéficiant d'une salle blanche à l'état de l'art pour la fabrication de nanotechnologies. L'IM2NP propose une plateforme technologique (IOLab) réunissant une vaste gamme de moyen de caractérisation électrique et de test aussi bien que de conception. L'étudiant bénéficiera ainsi d'un environnement de recherche international exceptionnel alliant étudiants, ingénieurs, professeurs et industriels travaillant main dans la main au développement des technologies du futur.

Profil recherché :

- Spécialisation en génie électrique, nanotechnologies ou neurosciences computationnelles.
- Forte capacité d'adaptation, d'autonomie et de travail en équipe
- Goût prononcé pour la conception, le travail expérimental en salle blanche, la recherche et le dev.
- Maîtrise du français et de l'anglais
- Atouts : compétences en micro-nanofabrication, réseaux de neurones artificiels, conception de circuits intégrés

Documents à fournir : CV, lettre de motivation et relevés de notes de l'année en cours et précédente

Discipline(s) par secteur

Financement offert

**Sciences naturelles et génie**

Oui

Génie électrique et génie électronique

La dernière mise à jour a été faite le 2 juillet 2020. L'Université se réserve le droit de modifier ses projets sans préavis.