

Sujet thèse / PhD subject 2026

Titre Thèse	Communication entre une future neuroprothèse biomimétique à spike et un réseau de neurones vivants : design, caractérisation et modélisation d'un modèle physiologique in vitro	
PhD Title	Communication between a future biomimetic spike neuroprosthesis and a network of living neurons: design, characterisation and modelling of an in vitro physiological model	
(Co)-Directeur	Pr. Virginie Hoel	E-mail : virginie.hoel@univ-lille.fr
(Co)-Directeur	Pr. Christel Vanbesien	E-mail : christel.vanbesien@univ-lille.fr
(Co)-Encadrant (s)	Dr. Alexis Vlandas	E-mail : alexis.vlandas@univ-lille.fr
Laboratoire	IEMN	Web : https://www.iemn.fr/
Groupe(s)	CSAM - BioMems	Web : https://www.iemn.fr/la-recherche/les-groupes/groupe-csam
Projet phare principal	Neuromorphic Tech & Tech. For Health	
Financement acquis Oui ☒ Non ☐ Partiel ☐	Si acquis (total ou partiel), préciser : (contrat, organisme, Université étrangère...) : ½ GRAEL et ½ CDP LOOP	
Financement demandé	Contrat Doctoral Etablissement	ULille ☒ Centrale Lille ☐ JUNIA ☐
	Région ou Autre ☐ Préciser :	Co financement (Préciser l'origine, demande en cours, et si acquis ou pas) :

Résumé (français) / Abstract (anglais)

Résumé :

Le projet interdisciplinaire dans lequel va se dérouler la thèse s'appelle Interconnect. Il regroupe 3 domaines de recherche (Neurosciences, BioMems, Nanoélectronique) et s'appuie sur un partenariat entre 2 équipes de l'IEMN, à savoir CSAM et BioMEMS. Ce projet à la croisée de l'IA, de la neuroingénierie et des neurosystèmes se positionne au niveau des innovations dans le secteur des technologies neuromorphiques et des dispositifs médicaux implantables. Il y a deux défis à adresser d'un point de vue scientifique.

Le premier défi porte sur le développement d'une nouvelle génération d'implants électroniques, à savoir des neuroprothèses à base de neurones et de synapses artificiels. En termes de propriétés, il s'agira de développer des neuroprothèses neuromorphiques adaptatives biomimétiques embarquées in vivo, autoalimentées, efficaces en énergie et dotées de capacités d'apprentissage pour offrir de nouvelles solutions à la neurodégénérescence.

Le second défi porte sur la nécessité de développer un modèle physiologique in vitro, encore appelé une interface neurobiohybride, reproduisant l'environnement du cerveau et permettant de démontrer qu'une communication bidirectionnelle en temps réel et économe en énergie est possible entre la neuroprothèse et les neurones vivants. Ces actions se font en parallèle du développement d'un banc de caractérisation sous pointes, intégrant de l'imagerie calcique, fonctionnant en analogique, en très basse fréquence, en temps réel, et adapté à la mesure de réponses électriques émises par des cellules biologiques au sein de nouveaux systèmes neurobiohybrides.

Les travaux de la thèse se concentreront sur les actions autour de l'interface neurobiohybride et sur la nécessité de tester des nouveaux types cellulaires cibles des maladies neurodégénératives identifiées.

Abstract :

The interdisciplinary project in which the thesis will be carried out is called Interconnect. It brings together three areas of research (neuroscience, BioMEMS, nanoelectronics) and relies on a partnership between two teams at IEMN, namely CSAM and BioMEMS. This project, at the crossroads of AI, neuroengineering and neurosystems, is positioned at the forefront of innovation in the field of neuromorphic technologies and implantable medical devices. From a scientific point of view, there are two challenges to be addressed.

The first challenge concerns the development of a new generation of electronic implants, i.e. neuroprostheses based on artificial neurons and synapses. In terms of properties, the aim will be to develop adaptive biomimetic neuromorphic neuroprostheses that are embedded in vivo, self-powered, energy-efficient and equipped with learning capabilities to offer new solutions to neurodegeneration.

The second challenge concerns the need to develop an in vitro physiological model, also known as a neurobiohybrid interface, that reproduces the brain environment and demonstrates that real-time, energy-efficient, bidirectional communication is possible between the neuroprosthesis and living neurons. These actions

are undertaken in parallel with the development of a characterisation bench under tips, integrating calcium imaging, operating in analogue mode, at very low frequency, in real time, and adapted to measuring electrical responses issued from biological cells within new neurobiohybrid systems.

The thesis work will focus on actions around the neurobiohybrid interface and on the need to test new cell types targeted with identified neurodegenerative diseases.