

## CONTRACTS DOCTORAUX 2023

Titre du projet de thèse : Lanternes photoniques non linéaires pour les réseaux de neurones artificiels.

Directeur de thèse : Esben ANDRESEN

Co-directeur et co-encadrants (le cas échéant) : Siddharth SIVANKUTTY

### Résumé du projet de thèse (en 20 lignes maximum) :

Les réseaux de neurones artificiels à impulsions (spiking neural networks, **SNN**) sont des paradigmes informatiques bioinspirés qui permettent l'apprentissage automatique avec des données d'entraînement rares et limitées. SNN implémentés sur du substrat photonique ont le potentiel de réaliser des systèmes à haute efficacité énergétique (plusieurs ordres de grandeur). Dans une nouvelle approche, nous étudierons le potentiel des systèmes à base de fibres pour réaliser ces réseaux de neurones artificiels. En utilisant une architecture analogue aux lanternes photoniques, nous visons à relever conjointement deux défis ouverts - une interconnectivité à grande échelle des neurones et la cascade de signaux à travers plusieurs couches du réseau. Dans le cadre de cette thèse, nous envisageons la réalisation expérimentale de briques clés de cette architecture

- i) Une 'layer' du réseau neuronale avec un nombre important (~100) de neurones physiques d'entrée et de sortie fonctionnalisés avec des matériaux optiques non linéaires.
- ii) un multiplexage en longueur d'onde pour augmenter virtuellement le nombre total de neurones accessibles.

Le candidat (dans l'équipe Photonique, PhLAM) travaillera sur la caractérisation de la première génération des lanternes photoniques non linéaires développées à FiberTech Lille, et étudiera les limites fondamentales du multiplexage et de la cascabilité des signaux dans ces systèmes. Le candidat collaborera avec des groupes de recherche de l'IRCICA [Axe : *Traitements bioinspirés de l'information*] et l'équipe de Prof. Laurent JACQUES [UC Louvain, Belgique] pour concevoir et mettre en œuvre des cadres de traitement du signal spécifiquement adaptés aux grandes largeurs de bande disponibles dans le domaine optique.

### PhD GRANTS 2023

PhD project title: Nonlinear photonic lanterns for neural networks

PhD Supervisor: Esben ANDRESEN

Co-supervisor(s) (if any): Siddharth SIVANKUTTY

#### PhD project summary (max. 20 lines):

Spiking neural networks (SNN) are bioinspired computing paradigms that enable machine learning with sparse and limited training data. SNNs implemented on photonics based “hardware” has the potential to realize highly energy-efficient systems (several orders of magnitude). In a novel approach, we would investigate the potential of fiber based systems to realize such a neural network based on spikes. Using an architecture analogous to photonic lanterns – we aim to jointly address two open challenges - a large scale interconnectivity of the neurons and signal cascability through several layers of the network. In the context of this thesis, we envisage the experimental realization of key bricks of this architecture

i) A single layer of the network with a sizeable number ( $\sim 100$ ) of physical input and output neurons functionalized with nonlinear optical materials

ii) wavelength multiplexing to virtually increase the total number of accessible neurons

The doctoral candidate (Photonics team, PhLAM) will work on the characterization of the first generation of the nonlinear photonic lanterns developed at FiberTech Lille, and investigate the fundamental limits to multiplexing and signal cascability in these systems. In addition, the candidate would collaborate closely with research groups at IRCICA [Axe: *Traitements bioinspirés de l'information*] and the group of Prof. Laurent JACQUES [UC Louvain, Belgium] to design and implement signal processing frameworks specifically adapted to the large bandwidths available in the optical domain.