

**Sujet thèse / PhD subject 2024**

<b>Titre Thèse</b>	<b>Neuromorphic Sensing System for Embedded AI applied to IoT</b>	
<b>(Co)-Directeur</b>	Christophe LOYEZ	E-mail : christophe.loyez@iemn.fr
<b>(Co)-Directeur</b>		E-mail :
<b>(Co)-Encadrant (s)</b>		E-mail :
<b>Laboratoire</b>	IEMN	Web :www.iemn.fr
<b>Groupe(s)</b>	CSAM	Web :
<b>Projet phare (principal)</b>	IoT Make Sense	
<b>Demande thèse labellisée IEMN</b>	Oui / Non	
<b>Financement demandé</b>	Contrat Doctoral Etablissement	ULille <input checked="" type="checkbox"/> Centrale Lille <input type="checkbox"/> JUNIA <input type="checkbox"/>
	Région – Autre <input type="checkbox"/> Préciser :	Co financement (Préciser l'origine, demande en cours, acquis ou pas) :
<b>Financement acquis</b> <input type="checkbox"/> <b>Financement partiellement acquis</b> <input type="checkbox"/>	Contrats de Recherche <input type="checkbox"/> Préciser :	Autre <input type="checkbox"/> Préciser :

**Résumé du sujet :**

L'objectif est de réaliser une véritable rupture dans le domaine de l'Internet des objets par une nouvelle approche inspirée de la biologie. Cette approche, dont les premières preuves de concept sont déjà validées, sera réalisée sur la base d'un nœud technologique CMOS à maturité industrielle. Les objectifs principaux sont d'étudier, d'optimiser et de réaliser un système neuromorphique à ultra faible consommation énergétique (1000 fois meilleure que les technologies existantes). Le système visé sera complètement intégré (SoC – System-on-Chip) et de très faible encombrement (quelques mm<sup>2</sup>). Ce SoC présentera toutes les fonctionnalités d'un capteur communicant, lequel pourra développer, grâce à un apprentissage réalisé à l'aide d'une IA de 3<sup>ème</sup> génération (réseau de neurones à impulsion), des fonctions cognitives telles que la reconnaissance et classification de stimuli issus de différentes modalités perçues par le capteur dans son environnement immédiat (Edge-computing). Après classification, ses fonctions lui permettront de transmettre uniquement les données pertinentes vers le cloud et éviter ainsi la congestion des fréquences de l'IOT induite par la transmission aveugle de données entre capteurs.

**Verrous à lever :**

Les motivations sont d'atteindre une efficacité énergétique record (réduction d'un facteur mille de la consommation énergétique actuelle) des capteurs communicants et de réaliser une toute nouvelle technologie de transmission d'informations entre capteurs basée sur un processus bio-inspiré d'auto-apprentissage. En mimant la biologie, un tel système cognitif pourra fonctionner dans des conditions de bruit extrêmes et franchira une étape essentielle vers les systèmes autonomes inspirés par le vivant.

**Contexte :**

Ce sujet s'inscrit dans un contexte régional dans lequel il est nécessaire de renforcer le développement l'I.A. embarquée auprès des industriels, notamment dans le domaine de l'IoT.

Basé sur une technologie neuromorphique brevetée impliquant des techniques de réalisation de maturité industrielle (technologie CMOS), le dispositif réalisé dans le cadre de cette thèse présentera un niveau TRL élevé (7) afin de faciliter son transfert technologique et réduire le time-to-market.

Le développement de cette technologie initiée à l'IEMN bénéficie du soutien de la SATT-Nord dans le cadre de projets de co-maturation.

L'objectif est de développer, en région, une activité forte dans le domaine du développement de systèmes neuromorphiques intégrés en lien avec les acteurs régionaux et nationaux de l'industrie 4.0, de la domotique et des transports.

## **Thesis topic: Neuromorphic Radio Frequency Receiver for Embedded AI applied to IoT**

### **Abstract**

The objective is to achieve a real breakthrough in the field of the Internet of Things (IoT) through a new approach inspired by biology. This approach, for which the first proofs of concept have already been validated, will be carried out on the basis of an industrially mature CMOS technology node. The main objectives are to study, optimize and realize a neuromorphic system with ultra-low energy consumption (1000 times better than existing technologies). The targeted system will be completely integrated (SoC - System-on-Chip) and of very small size (a few mm<sup>2</sup>). This SoC will present all the functionalities of a communicating sensor, which will be able to develop, thanks to learning carried out using a 3rd generation AI (impulse neural network), cognitive functions such as the recognition and classification of stimuli from different modalities perceived by the sensor in its immediate environment (Edge-computing). After classification, its functions will enable it to transmit only relevant data to the cloud and thus avoid the congestion of IOT frequencies induced by blind data transmission between sensors.

### **Locks to be lifted**

The motivations are to achieve record energy efficiency (reduction of current energy consumption by a factor of one thousand) of communicating sensors and to realize a brand new technology for transmitting information between sensors based on a bio-inspired self-learning process. By mimicking biology, such a cognitive system will be able to operate in extreme noise conditions and will take an essential step towards autonomous systems inspired by living beings.

### **Background**

This subject is part of a regional context in which it is necessary to reinforce the development of embedded A.I. with industrialists, particularly in the field of IoT.

Based on a patented neuromorphic technology involving techniques for achieving industrial maturity (CMOS technology), the device developed in the context of this thesis will have a high TRL level (7) in order to facilitate its technological transfer and reduce time-to-market.

The development of this technology, initiated at IEMN, is currently supported by SATT-Nord in the framework of co-maturation projects.

The objective is to develop, in the regions, a strong activity in the field of the development of integrated neuromorphic systems in connection with regional and national actors of the 4.0 industry, home automation and transport.

