

Master and Engineer Internship: 2021-2022

Proposed by : François DANNEVILLE, Professeur, Université de Lille
Christophe LOYEZ, Directeur de Recherche CNRS

Phone number : 0362531624

E-mail : francois.danneville@univ-lille.fr
christophe.loyez@univ-lille.fr

Research group : ANODE / CSAM

Title : Conception d'une cochlée artificielle bioinspirée ultra faible consommation pour monitorer la biodiversité sous-marine

Contexte :

La préservation de la biodiversité est fondamentale pour la survie des espèces. Dans un contexte de faune sous-marine, monitorer l'activité de grands cétacés (cachalots, grands dauphins, ...) est essentiel pour des raisons multiples : (i) en premier lieu, la préservation des espèces, (ii) en deuxième lieu, les grands cétacés se situant en « bout » de chaîne alimentaire, leur diminution se traduit par un appauvrissement des ressources halieutiques, et par voie de conséquence, un impact économique direct sur l'industrie de la pêche. L'accès et le traitement de données naturelles (sons émis) des cachalots est également pertinent pour mieux comprendre leurs comportements individuels et/ou de groupe (capacités cognitives, d'apprentissage, de communication entre individus)

Sujet :

Les cachalots émettent des clics (signatures acoustiques) qu'ils mettent à profit pour communiquer entre eux lorsqu'ils chassent en cohorte les calamars géants (ils utilisent également des clics pour localiser leur proie, grâce à une technique de « sonar »). Ces clics peuvent être captés par des hydrophones, pour être ensuite analysés (pour la classification, comptage d'individus...). Dans ce but et pour un souci d'efficacité énergétique, nous nous proposons d'utiliser des réseaux de neurones à spikes ou SNN (« Spiking Neural Networks »), conçus à partir de neurones et synapses artificielles plastiques (technologie neuromorphique brevetée à ultra faible consommation (ULP), développée par IEMN / IRCICA). La couche d'entrée de ces SNN devra recevoir des données naturelles sous la forme d'impulsions électriques (spikes), qui codent l'information véhiculée par le signal acoustique sous forme fréquentielle et temporelle: ***cette transduction de l'énergie comprise au sein du signal acoustique sous la forme de spikes, en s'inspirant du fonctionnement d'une cochlée biologique, constitue le cœur du sujet de master proposé. L'étude se déclinera en :***

- Une étude bibliographique des cochlées artificielles
- La définition d'une architecture matérielle disruptive, compatible avec la technologie neuromorphique ULP mentionnée précédemment, adaptée aux « clics » de cachalot (notamment leur bande passante)
- La conception (simulation) de cette cochlée artificielle
- Son couplage avec un SNN pour la reconnaissance (apprentissage) d'une signature acoustique tout d'abord simple, puis plus représentative d'un clic de cachalot

Ce sujet de Master s'inscrit plus largement dans le cadre d'un projet ANR « ULP SMART 3D COCHLEA » (les partenaires sont CRISTAL – Univ. Lille – et INPS – Univ. Toulon –) qui démarrera au 1^{er} Janvier 2022, pour une durée de 4 années. Le candidat Master sera hébergé à l'IRCICA et aura –si retenu- la possibilité de poursuivre en thèse de doctorat (financement prévu au niveau de l'ANR).