

**Stage Master 2 / 3eme année cycle ingénieur:** Réseau de neurones embarqué pour l'interférométrie non linéaire

**Objectif:** Etablir la faisabilité d'un senseur de déplacement basé sur l'interférométrie par réinjection optique et un réseau de neurones embarqué.

**Où:** Institut de Physique de Nice et Laboratoire Electronique, Antennes et Télécommunications

**Mots-clé:** Intelligence Artificielle, réseaux de neurones, apprentissage profond, photonique, électronique

**Direction:** Stéphane Barland et Laurent Rodriguez

**Contact:** stephane.barland@univ-cotedazur.fr, laurent.rodriquez@univ-cotedazur.fr

## Contexte

L'interférométrie par réinjection optique est une technique de mesure originale qui permet (entre autres multiples applications) la mesure du déplacement d'une cible basée sur le principe que la source émettant le faisceau lumineux est aussi le détecteur dans lequel les interférences ont lieu. En pratique, un faisceau laser est émis et atteint une cible, qui réfléchit une partie de ce faisceau. Lorsque le faisceau réfléchi rentre dans le laser émetteur, il en altère le point de fonctionnement. En mesurant au cours du temps ce point de fonctionnement du laser, il est en principe possible de reconstruire le déplacement de la cible dans le faisceau.

Malgré son apparente simplicité, cette technique implique un traitement de données complexe sur lequel butent de nombreuses équipes de recherche depuis plusieurs années. Récemment (à l'Institut de Physique de Nice en collaboration avec ONERA), nous avons résolu cette difficulté grâce à une technique d'intelligence artificielle en montrant qu'un réseau de neurones convenablement entraîné est capable de reconstruire avec une précision et une fiabilité extraordinaires le déplacement de la cible (Barland and Gustave 2021).

En parallèle, le LEAT a établi (Novac et al. 2021) les méthodes et le savoir-faire permettant d'implémenter des réseaux de neurones sur de petits composants hardware embarquables à faible consommation énergétique. Ces travaux permettent donc d'envisager des capteurs intelligents qui incluent un senseur mais aussi un traitement avancé des données fournies par le capteur.

A l'intersection de ces deux lignes de recherche, l'objectif du stage proposé est d'établir la faisabilité d'un senseur de déplacement micrométrique basé sur l'interférométrie par réinjection optique et réseau de neurones embarqué.

Les étapes envisagées sont:

- analyse du système photonique expérimental (expérimentation, analyse de données par réseau de neurones)
- étude de faisabilité et spécifications de l'usage d'un réseau de neurones embarqué sur le capteur (débits théoriques des données à traiter, choix d'une plateforme embarquée, des types de connections, de protocoles, etc.)
- travail sur le modèle de réseau de neurones et utilisation du framework MicroAI pour son implémentation sur le capteur
- mesures sur le prototype et optimisation.

## Collaboration

Le stage se déroulera en collaboration entre l'Inphyni et le LEAT et en collaboration avec Onera.

## Prérequis

Le stagiaire devra avoir un intérêt pour l'intelligence artificielle et la programmation informatique, l'électronique et la photonique. Le projet est à l'interface entre des domaines scientifiques différents: cela implique un certain risque, mais aussi des interactions enrichissantes et un fort potentiel d'innovation.

## Références

Barland, Stéphane, and François Gustave. 2021. "Convolutional Neural Network for Self-Mixing Interferometric Displacement Sensing." *Optics Express* 29 (8): 11433–44.

Novac, Pierre-Emmanuel, Ghouthi Boukli Hacene, Alain Pegatoquet, Benoit Miramond, and Vincent Gripon. 2021. "Quantization and Deployment of Deep Neural Networks on Microcontrollers." *Sensors* 21 (9): p1–p2 / 2984. <https://doi.org/10.3390/s21092984>.