

3PN2070 - Photonic computing

Responsables : **Damien RONTANI**

Nombre d'heures d'études élèves (HEE) : **20**

Nombre d'heures présentielles d'enseignement (HPE) : **12**

Année académique : **2024-2025**

Présentation, objectifs généraux du cours :

Le calcul photonique est un domaine en fort développement depuis une dizaine d'année d'environ et qui offre de nouveaux paradigmes en traitement de l'information en exploitant les propriétés physiques avantageuses de l'optique (i.e. large bande passante, parallélisme, faible consommation énergétique...). Ce module électif présentera sous la forme de séminaires autours de quatres thèmes principaux : (1) les approches neuromorphiques, (2) les technologies d'intégration pour la réalisation de systèmes sur puce photonique (Photonique sur silicium, cristaux photoniques, opto-mécanique, nano-optique), (3) l'optimisation par des systèmes physiques (ex. machine de Ising cohérente, optique quantique pour la résolution de problèmes complexes) et enfin (4) les technologies émergentes.

Prérequis :

Modélisation (1CC3000)

Statistique et Apprentissage (1CC5000)

Traitement du signal (1CC4000)

Composants Photoniques (3PN2020)

Plan détaillé du cours (contenu) :

Réseaux de Neurones Photoniques (4 cours)

- notion générique sur les réseaux de neurones artificiels (ANN), apprentissage supervisé non supervisé. Notions de calculateurs réservoir. Applications.
- Systèmes fibrés : systèmes analogiques
- Systèmes espace libre de large dimension

Intégration photonique pour le calcul (2 cours)

- Intégration des ANN sur plateforme photonique silicium. Briques de bases (guides, coupleurs, ...). Utilisation de micro-résonateur.
- Cavités à cristaux photoniques.

Systèmes photoniques pour l'optimisation (1 cours)

- Introduction aux machines de Ising

Approches émergentes (1 cours)

- Notions de réseaux profonds (deep nets). Deep Nets photoniques intégrées (ex.: systèmes

- diffractifs)
- Intégration volumique

Déroulement, organisation du cours :

Cours magistraux sous forme de séminaires orientés sur la pratique avec de nombreux exemples sur les dernières avancées technologiques. Certaines notions feront l'objet d'illustration en laboratoire si le temps le permet.

Evaluation: un examen final.

Organisation de l'évaluation :

L'évaluation du cours se fera sous la forme d'une synthèse d'article scientifique récent imposé par les encadrants. Cette analyse prendra la forme d'un mini-rapport individuel entre 5 et 10 pages.

Moyens :

Equipe enseignante : Damien Rontani et Piotr Antonik

Démonstrateur expérimentaux dans les laboratoires du Campus de Metz pour illustrer le cours

Acquis d'apprentissage visés dans le cours :

Les objectifs d'apprentissage de ce cours sont les suivants :

- Compréhension des principes de mise en oeuvre des architectures neuro-inspirées photoniques
- Acquisition d'une culture générale en calcul photonique notamment les différentes approches existantes et en développement

Description des compétences acquises à l'issue du cours :

C.1.5 Bring together broad scientific and technical concepts in a core structure contained within the framework of an interdisciplinary approach

C7.1: Persuade at core value level; to be clear about objectives and expected results. To apply rigour when it comes to assumptions and structured undertakings, and in doing so structure and problematise the ideas themselves. Highlight the added value

Bibliographie :

Photonic Reservoir Computing : Optical Recurrent Neural Networks

Daniel Brunner, Miguel C. Soriano, and Guy Van der Sande

De Gruyter (2019)