

# 3MD4040 - Apprentissage profond

Responsables : **Jeremy FIX**

Nombre d'heures d'études élèves (HEE) : **40**

Nombre d'heures présentielles d'enseignement (HPE) : **24**

Année académique : **2024-2025**

## Présentation, objectifs généraux du cours :

L'apprentissage profond est une technologie en plein essor ces dernières années, notamment grâce à l'utilisation des GPUs (Graphical Processing Units), la disponibilité de grandes masses de données mais aussi la compréhension d'éléments théoriques permettant de mieux définir des architectures de réseaux de neurones plus facilement entraînables. Dans ce cours, les étudiants seront introduits aux bases des réseaux de neurones et également aux différents éléments architecturaux qui permettent de concevoir un réseau de neurones en fonction du problème de prédiction considéré. Le cours est décomposé en modules dans lesquels on aborde les questions des algorithmes d'optimisation, leur initialisation, les techniques de régularisation, les architectures complètement connectées, les réseaux convolutifs, les réseaux récurrents, les techniques d'introspection. Des travaux pratiques sur GPUs sont associés aux cours.

## Période(s) du cours (n° de séquence ou hors séquence) :

SM10

## Prérequis :

On supposera que les étudiants auront des connaissances en algèbre linéaire, en optimisation, en vision par ordinateur et en programmation python. Les étudiants doivent disposer d'une certaine aisance dans un environnement Linux.

## Plan détaillé du cours (contenu) :

Les sujets abordés seront les suivants:

- Introduction historiques aux réseaux de neurones, classifieur/régresseur linéaire (1.5 HPE)
- Graphe de calcul et descente de gradient, Réseaux complètement connectés, RBFs, Auto-encodeurs, Méthodes d'optimisations, initialisation, régularisation (3 HPE)
- Réseaux convolutifs: architectures (1.5 HPE)
- Réseaux convolutifs : classification, détection d'objet, segmentation sémantique (1.5 HPE)
- Réseaux récurrents: architectures et entraînement (1.5 HPE)
- Réseaux récurrents: applications (1.5 HPE)
- Introduction aux réseaux génératifs et probabilistes (RBM, Deep Belief Networks) (1.5 HPE)

Les TP porteront sur :

- Introduction à pytorch par la classification avec des réseaux linéaires, complètement connectés et convolutifs (3 HPE)
- Réseaux convolutifs pour la segmentation sémantique (3 HPE)

- Réseaux récurrents pour la conversion séquence à séquence (3 HPE)
- Réseaux génératifs adversariaux (3 HPE)

## Déroulement, organisation du cours :

Le cours est construit autour d'un cours magistral pendant lequel les notions théoriques et expérimentales sont introduites et illustrées au travers d'exemple. Des TP sont régulièrement répartis le long du cours pour pouvoir mettre en œuvre les notions vues en cours.

## Organisation de l'évaluation :

L'évaluation du module passe par la participation, en équipe, à un challenge créé pour l'occasion. Les élèves devront également réaliser une présentation filmée décrivant leur approche et leurs résultats.

## Moyens :

- Jérémie Fix, Enseignant, Encadrant de TP
- Joël Legrand, Encadrant de TP

Nous utiliserons le framework python Pytorch. Les étudiants pourront travailler en binôme et disposeront des GPUs du Data Center d'Enseignement du campus de Metz pour faire les TPs.

Une page dédiée sera créée sur eduno. Des forums de discussion seront ouverts pour permettre aux étudiants de poser leurs questions sur le cours et d'interagir entre eux et avec l'équipe enseignante.

## Acquis d'apprentissage visés dans le cours :

- Être capable d'implémenter et de déployer un algorithme de deep learning (prise en main des frameworks de deep learning et déploiement du calcul du GPU)
- Être capable de choisir l'architecture de réseau de neurones adaptée au problème de prédiction considéré
- Savoir diagnostiquer l'apprentissage d'un réseau de neurones (qu'apprend le réseau de neurone ? comment l'apprend-t-il ? apprend-t-il ? est-il capable de généraliser ?)

## Description des compétences acquises à l'issue du cours :

- C1.4, Milestone 2
- C3.6, Milestone 1
- C3.7, Milestone 2

## Bibliographie :

- Deep learning book, Ian Goodfellow, Aaron Courville, and Yoshua Bengio, MIT Press : <http://www.deeplearningbook.org/>
- CS231n, Stanford, <http://cs231n.stanford.edu/>
- Practical deep learning for coders : <https://course.fast.ai/>