

# 3MD4160 - Modèles parcimonieux

Responsables : **Herve FREZZA-BUET**

Langues d'enseignement : **FRANCAIS**

Campus où le cours est proposé : **CAMPUS DE METZ**

Nombre d'heures d'études élèves (HEE) : **30**

Nombre d'heures présentielles d'enseignement (HPE) : **18**

Année académique : **2024-2025**

Niveau avancé : **non**

---

## Présentation, objectifs généraux du cours :

Le cours introduit les principes de transformation des données et de méthodes d'optimisation présents au coeur de l'apprentissage automatique et de la science des données sous l'angle des notions de parcimonie et de robustesse, appliquées à la compression de données numériques (mp3, jpg) et à la représentation par des modèles prédictifs etc., en faisant largement appel à l'expérimentation algorithmique, à l'intuition et à l'histoire des sciences.

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

SM11

## Prérequis :

Ce cours requiert des bases solides en algèbre linéaire et de son usage pour l'analyse des systèmes (quasi) linéaires et invariants en temps (de type filtrage) via l'analyse de Fourier (jusqu'à l'analyse harmonique), ainsi que de bonnes notions de probabilités empiriques (distributions statistiques, estimateurs). Pour les travaux pratiques, la connaissance d'un langage de scripting numérique (Matlab, Scilab, octave, Python, etc.) est requise.

## Plan détaillé du cours (contenu) :

Le cours présente un parcours en analyse de données et apprentissage via différents outils et méthodes parcimonieuses, visant à expliquer des observations par un nombre réduit de paramètres : métriques, descripteurs et transformations de données (normes, bases et trames de vecteurs, ondelettes) ; mise en oeuvre dans des algorithmes de compression de données (audio, image, vidéo, texte) ; extension aux modèles de prédictions (moments statistiques, régressions linéaires et polynomiales, modèles parcimonieux ou robustes)

## Déroulement, organisation du cours :

Sur chaque thème abordé, les étudiants sont d'abord confrontés à un problème "jouet" pour lequel ils doivent mobiliser leurs connaissances, se poser des questions et implémenter des premiers algorithmes (par binôme). Dans un deuxième temps, après un échange sur cette première phase,

des aspects théoriques, des preuves mathématiques et des outils algorithmiques sont présentés. Enfin, dans une troisième partie, les étudiants mettent en oeuvre ces acquis sur un problème plus complexe.

## Organisation de l'évaluation :

Le module sera évalué par un examen oral par groupe de deux ou trois étudiants, avec fourniture préalable d'un rapport, sur un sujet intégratif, conçu pour mobiliser différentes compétences et méthodes acquises dans le cours. Si le nombre d'étudiants le permet, une structure de type projet, permettant aux groupes de collaborer, sera proposée.

## Moyens :

Les cours et travaux de pratiques sont donnés par Laurent Duval (ESIEE-Paris, Université Paris-Est Marne-la-Vallée et IFP Energies nouvelles). Les cours et travaux pratiques sont entremêlés, en utilisant des signaux, des images ou des données expérimentales allant de simples simulations à des données du monde réel.

## Acquis d'apprentissage visés dans le cours :

- Comprendre la motivation pratique et théorique d'algorithmes d'optimisation employés en apprentissage automatique et en science des données.
- Mettre en oeuvre les algorithmes afférents de façon adaptée en comprenant leur sens en regard du problème posé.
- Faire le lien entre les différentes méthodes et les mettre en oeuvre dans un flux de traitement de données.

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

C1.2, Marker 2 : Develop and use appropriate models, choosing the correct modelling scale and simplifying assumptions when addressing a problem

C2.5 Master the skillset of a core profession within the engineering sciences (at junior level).

C3.6 Evaluate the efficiency, feasibility and strength of the solutions offered. / proposed solutions.

C3.7 Make pragmatic and informed choices with the aim of producing tangible results.

## Bibliographie :

Le cours s'accompagne d'un support multimédia en anglais, incluant des références bibliographiques, des vidéos et des liens vers des réseaux sociaux techniques et scientifiques (de type StackOverflow/StackExchange)