

## SEMESTRE 9\_5e ANNEE ModIA

# Présentation

---

## Description

---

## Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

# Infos pratiques

---

## Lieu(x)

 Toulouse

# Statistique en grande dimension et Apprentissage profond



ECTS  
3 crédits



Volume horaire

## Présentation

### Description

Ce cours est dédié aux méthodes d'apprentissage et en particulier les méthodes d'apprentissage profond, pour le traitement de données en grande dimension telles que des images par exemple.

\* Réseaux de neurones et introduction à l'apprentissage profond: définition des réseaux de neurones, fonctions d'activation, perceptron multicouches, algorithme de rétropropagation du gradient, algorithmes d'optimisation, régularisation.

\* Réseaux de neurones convolutionnels : couche convolutionnelle, pooling, dropout, architecture des réseaux convolutionnels (ResNet, Inception), transfert d'apprentissage, applications à la classification d'images, la détection d'objet, la segmentation d'image, l'estimation de posture, etc.

\* Réseaux de neurones récurrents : modélisation de séquences, neurone récurrent, rétropropagation à travers le temps, LSTM et GRU, applications au traitement du langage naturel et au traitement des signaux audio et vidéo

\* Réseaux de neurones et 3D : réseaux convolutifs 3D pour le traitement des données volumétriques (ex: IRM), réseaux PointNet et PointNet++ pour le traitement des nuages de points 3D (ex: LIDAR).

\* Apprentissage profond non-supervisé et modèles génératifs : Autoencodeurs, Auto-encodeurs variationnels (VAE) , Réseaux Génératifs Antagonistes (GAN)

\* Décomposition fonctionnelle sur des bases de Spline, Fourier , ondelettes ou ACP fonctionnelle Functional decomposition on splines, Fourier or wavelets bases: splines cubiques, critère des moindres carrés pénalisés, bases de Fourier, bases d'ondelettes, application en régression non paramétrique, estimateurs linéaires et non linéaires par seuillage, liens avec la méthode LASSO. ACP fonctionnelle.

\* Détection d'anomalies : Principaux algorithmes : One Class SVM, Random Forest, Isolation Forest, Local Outlier Factor. Applications à la détection d'anomalies pour des données fonctionnelles.

## Objectifs

A la fin de ce module, l'étudiant devra avoir compris et pourra expliquer (principaux concepts):

\* L'utilisation des algorithmes d'apprentissage profond pour la classification de données complexes en grande dimension avec estimation de l'erreur de prédiction

\* Les principaux algorithmes de classification de media ou d'images

\* Les méthodes de réduction de dimension

- \* Les algorithmes de détection d'anomalies
- \* Les applications des méthodes d'apprentissage profond sur des jeux de données réelles

L'étudiant devra être capable de :

- \* Ajuster des réseaux de neurones profonds pour la classification ou la régression de media ou d'images.
- \* Appliquer des algorithmes de détection d'anomalies.
- \* Mettre en œuvre les algorithmes d'apprentissage profond sur des données réelles à l'aide de librairies Python.

---

## Pré-requis nécessaires

Modélisation statistique  
Exploration et logiciels statistiques

---

## Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

---

### Lieu(x)

 Toulouse

# Modélisation et éléments finis



ECTS

3 crédits



Volume horaire

## Présentation

### Description

Partie 1 : Analyse mathématique et principes de la méthode EF

CM : 10h, TD : 7,5h TP: 7,5h

- Analyse (EDP elliptiques linéaires): solutions faibles, espaces de Sobolev  $H_m$ , théorie de Lax-Milgram.
  - Principe des EF : discrétisation, approximation, implémentation, estimations d'erreur a-priori.
  - Courbes de convergence, validation codes de calcul.
- TP (Python-Fenics ou Julia) programmation algorithme d'assemblage.

Partie 2 : Modélisation et compléments EF

CM : 10h, TD : 5h, TP: 10h

- Modélisation par EF (TP FreeFEM++ ou Python-Fenics).

Ex : écoulements géophysiques - hydraulique spatiale (ondes diffusantes : convection - diffusion non linéaire).

- Compléments méthode EF
- Terme de transport et stabilisation (ex : SUPG)  
Termes non linéaires et linéarisations.  
Raffinement de maillage - concept de estimateurs a-posteriori. TP Python-Fenics.
  - Modèles réduits POD

Stratégie offline - online. TP Python-Fenics.

Partie 3 : Couplages de modèles et de codes de calcul.

CM : 7,5h TD : 3,75h TP :5h

- Application de la modélisation EF au problème de l'élasticité

- Couplage faible de domaines élastiques (pénalisation, mortar, Nitsche)
- Notion d'interface non-conforme entre les domaines
- Résolution itérative non-intrusive du couplage.
- TP Python : calcul de la propagation d'une fissure avec utilisation de codes en boîtes noires.

### Objectifs

A la fin de ce module, l'étudiant devra avoir compris et pourra expliquer (principaux concepts) :

- Comment modéliser et calculer par la méthode des éléments finis des systèmes classiques d'EDP.

L'étudiant devra être capable de :

- Écrire la forme variationnelle (faible) des modèles classiques d'EDP, et expliciter le lien avec l'énergie minimisée (cas symétrique).
- Appréhender l'analyse mathématique des modèles classiques d'EDP.
- Modéliser et calculer par la méthode des éléments finis divers phénomènes classiques (diffusion, convection, élasticité, etc.) omniprésents en physique, processus.
- Utiliser une bibliothèque de calcul éléments finis telle que Fenics (Python).
- Mettre en place des techniques de calcul avancées dans le cas d'une modélisation à grand nombre de degrés de liberté (réduction de modèle, couplage de modèles et codes de calcul).

## Pré-requis nécessaires

Modèles d'EDP de base, analyse mathématique,  
Méthodes d'analyse numériques de base.

---

## Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

---

### Lieu(x)

 Toulouse

# Métamodélisation et assimilation de données 1



ECTS

3 crédits



Volume horaire

## Présentation

### Description

Métamodélisation

- \* Introduction : exemples d'applications
- \* Deux métamodèles célèbres : polynômes de chaos, processus gaussiens (krigeage)
- \* Simulation de processus gaussiens non conditionnels / conditionnels
- \* Prise en compte d'information métier et personnalisation de noyaux de covariance
- \* Optimisation assistée par métamodèle (optimisation bayésienne)
- \* Planification d'expériences numériques : focus sur les plans remplissant l'espace
- \* Analyse de sensibilité globale : focus sur la décomposition ANOVA (décomposition de Sobol)
- \* Application industrielle : quantification d'incertitudes.

Assimilation de données : approche séquentielle et ensembliste

- \* Introduction. Préliminaires (statistiques, conditionnement), méthodes Bayésiennes.
- \* Estimation séquentielle et filtre de Kalman. Formalisation statistique pour un système dynamique observé, transfert d'optimalité et lien avec l'approche variationnelle, filtrage et lissage, filtre racine carrées et erreurs numériques, réduction de la dimension et filtres réduits.
- \* Estimation ensembliste. Erreur d'échantillonnage, dérivation des principaux filtre/lisseurs stochastiques (EnKF) et déterministes (ETKF). Hyperparamètres (inflation, localisation).

### Objectifs

Découvrir et utiliser les méthodes à noyaux pour la modélisation, l'optimisation et la quantification d'incertitudes de phénomènes complexes (métamodélisation) et l'adaptation des modèles en temps réel (assimilation de données). Cette UE, au contenu plutôt théorique, sera complétée au second semestre par une deuxième partie, davantage dédiée aux applications.

### Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

### Lieu(x)

Toulouse

# Processus de Poisson et applications



ECTS

4 crédits



Volume horaire

## Présentation

### Description

Programme (contenu détaillé) :

- Modélisation de la récurrence des pannes en Fiabilité ou des sinistres en Actuariat : définition et construction d'un processus de Poisson (homogène ou non homogène) ou de renouvellement, statistique inférentielle pour les processus de Poisson homogènes (estimation ponctuelle, intervalles de confiance et tests sur l'intensité).

- Mathématiques et Apprentissage pour l'actuariat : étude des processus de Poisson composés et du modèle de Cramér-Lundberg, mesures de risques, algorithmes d'apprentissage pour les problèmes de tarification et de provisionnement. Introduction à la méthode de Monte-Carlo.

- Approfondissement par projet (au choix parmi les exemples ci-dessous, pouvant évoluer) :

a) Statistique pour la fiabilité des systèmes réparables : test d'homogénéité, Statistique inférentielle pour le processus de Weibull.

b) Actuariat : modèles de type Cramér-Lundberg, processus de Hawkes et produits dérivés en assurance.

- Communiquer la science en anglais :

Pour se préparer à la soutenance de leur projet qui sera en anglais, les cours d'anglais comprendront :

- Exercices individuels et en groupe sur l'anglais scientifique et le langage liés à leur projet, y compris la

prononciation du vocabulaire clé, le langage informel et formel.

- Revue des techniques de présentations (aussi pour un public spécialisé et non spécialisé.

- Des réunions avec chaque groupe pour communiquer l'état d'avancement de leur recherche, leurs réalisations, les problèmes rencontrés et les prochaines étapes.

- Répétitions pour les soutenances : retour de l'enseignant

Pour préparer le rapport en anglais :

- Analyser des publications scientifiques dans leur domaine de recherche.

- Feedback des enseignants sur les versions préliminaires du rapport.

### Objectifs

L'étudiant devra être capable de :

- Modéliser la récurrence des pannes en Fiabilité ou des sinistres en Actuariat à l'aide de processus de Poisson.

- Être capable de calculer ou d'approximer la probabilité de ruine associée à un contrat d'assurance vie ou non vie. Utiliser des méthodes d'apprentissage en actuariat.

- Connaître les fondements théoriques et être capable de mettre en place la méthode de Monte-Carlo ainsi que ses limites d'utilisation.

- Repérer les spécificités linguistiques, en anglais, utilisée dans des contextes scientifiques, et savoir présenter leur travail oralement et par écrit en suivant

ce style scientifique.

- Écrire un rapport scientifique en anglais dans sa spécialité en respectant les conventions appropriées.
- Présenter le travail sur projet oralement en anglais et dialoguer sur les éléments clés du projet d'une manière structurée.
- Sélectionner les informations significatives adaptées à son interlocuteur ou son public
- Expliquer des concepts scientifiques et techniques complexes à l'adresse d'un public non spécialiste
- Adapter son expression à des présentations formelles et informelles

---

## Pré-requis nécessaires

- Analyse de données (3MIC)
- Compléments de probabilités (3MIC)
- Statistique inférentielle (3MIC)
- Éléments de modélisation statistique (ModIA S7)

---

## Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

---

### Lieu(x)

📍 Toulouse



## Sciences Humaines et Sociales



ECTS

3 crédits



Volume horaire

41h

## Présentation

### Description

Cette UF se compose de 3 parties : "Management d'équipe", "Psychologie Sociale et éthique" et PPI.

"Management d'équipe" et "Psychologie Sociale et éthique" travaillent sur le groupe/équipe comme objet d'analyse.

PPI travaille sur la projection et la posture professionnelles.

Programme:

- Notion de groupe, processus de décision, conflits, autorité, minorités actives, influences.
- Analyse des emplois, recrutement et GPEC, motivation au travail, rémunération, appréciation des salariés, formation, gestion des carrières, relations professionnelles, flexibilité des RH et contrats de travail.
- Échanges avec des professionnels.

### Objectifs

L'étudiant devra être capable de :

- Analyser des situations de groupe avec des concepts issus de la psychologie sociale
- Identifier les dimensions éthiques de ces situations et prendre position

- Introduction à l'éthique numérique
- Repérer et comprendre des informations liées aux RH éventuellement dans un contexte d'IA
- Analyser une situation de management d'équipe en référence à un cadre théorique
- Formuler et argumenter des solutions managériales éventuellement en contexte d'IA
- Valider son projet professionnel, construire une stratégie et s'entraîner pour trouver un emploi

### Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

### Lieu(x)



Toulouse

## Formation en entreprise 3



ECTS

14 crédits



Volume horaire

## Présentation

---

### Description

Identique fiche "Formation en entreprise 1"

### Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

---

### Lieu(x)

 Toulouse