

# DOMAINE MATHEMATIQUES APPLIQUEES\_12ECTS

# 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)







# Equations aux dérivées partielles 1

# Présentation

### Description

Programme (contenu détaillé):

Modélisation par EDP (équations linéaires et en une dimension d'espace)

- 1. Équation de transport, équation des ondes
- 2. Équation de la chaleur
- 3. Équation de Schrödinger,...

Résolution exacte des équations aux dérivées partielles en dimension 1

- 1. Méthode des caractéristiques (transport, ondes)
- 2. Séparation de variables (chaleur, wave, Schrödinger,...), utilisation de la linéarité (principe de superposition) et lien avec les séries de Fourier
- 3. Transformée de Fourier
- 4. Phénomènes dissipatifs et dispersifsMéthode des différences finies en dimension 1
- 1. Consistance, ordre des méthodes, stabilité, convergence des schémas
- 2. Condition de Courant-Friedrichs-Levy (CFL)

L'étudiant.e devra être capable de :

- Résoudre les équations aux dérivées partielles linéaires en dimension 1 (méthode des caractéristiques, séparation de variable, principe de superposition, transformée de Fourier)
- Mettre en œuvre la méthode des différences finies en dimension 1 et coupler cette méthode aux méthodes de résolutions d'équations différentielles pour résoudre des équations aux dérivées partielles.

Liste des compétences :

- 1\_1 Maitriser les concepts mathématiques et les outils calculatoires de l'ingénieur
- 1\_3 Mettre en place un raisonnement scientifique rigoureux et développer la capacité d'abstraction
- 2\_1 Maitriser les outils fondamentaux de l'ingénieur mathématicien
- 2\_2 Mettre en œuvre et valider des modèles mathématiques avancés et des solutions numériques adaptées
- 3\_1 Formuler et modéliser des problèmes notamment dans les systèmes complexes

Vous pouvez vous aider de la matrice de compétences de la CTI de 2019.

# Objectifs

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

- Les modèles d'EDP linéaires classiques en dimension 1 (chaleur, transport, ondes, ...), leur résolution exacte et le comportement qualitatif de leurs solutions
- La méthode de résolution numérique des Différences Finies en dimension 1

#### Pré-requis nécéssaires

Cours Algèbre Linéaire (MIC2 S3): manipulation matricielle, valeurs propres et éléments propres, résolution des équations différentielles linéaires Cours Équations différentielles ordinaires: modélisation par EDO, existence de solutions, étude qualitative, simulation numérique (convergence, stabilité, ordre de convergence)





### 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)





### Statistique inférentielle

### Présentation

### Description

- · Rappels des définitions et propriétés des lois usuelles (normales, Chi-deux, Student, Fisher, vecteurs gaussiens, etc) et des outils probabilistes (loi des grands nombres, théorème centrale limites, lemme de Slutsky)
- Estimation dans un modèle paramétrique : méthode des moments, maximum de vraisemblance
- Borne de Cramér-Rao et efficacité d'un estimateur
- Estimation par intervalle de confiance pour la moyenne et la variance dans un modèle gaussien et non gaussien
- Tests d'hypothèse en paramétrique : formalisme, test sur la moyenne et sur la variance d'un échantillon gaussien, test sur une proportion, p-valeur, test de comparaison de deux populations gaussiennes indépendantes, test de Neyman-Pearson, test du rapport du maximum de vraisemblance

### **Objectifs**

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

- l'écriture d'un modèle simple par des lois usuelles de probabilité telles que la loi normale, exponentielle, de Bernoulli, de Poisson, etc.
- l'estimation de paramètres dans un modèle paramétrique
- la construction d'un intervalle de confiance
- · la construction d'un test d'hypothèses

L'étudiant devra être capable de :

- · Modéliser une situation à l'aide de lois usuelles de probabilité dont les vecteurs gaussiens
- Estimer les paramètres dans un modèle paramétrique et d'étudier les propriétés des estimateurs
- · Construire un intervalle de confiance
- · Construire un test d'hypothèses, garantir son niveau et calculer sa puissance

### Pré-requis nécéssaires

Probabilités et Statistique (2MIC)

### 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)







#### Bureau d'études

### Présentation

### Description

Programme (contenu détaillé):

Éléments de communication scientifique :

- 1. Introduction à LateX (2TD en salle TP)
- 2. Introduction à Beamer (2TD en salle TP)
- 3. Communication en mathématiques appliquées : structure des documents (rapports, présentations orales), mise en cohérence avec les compétences de l'ingénieur en mathématiques appliquées (modélisation, analyse, simulation, test).

Projet de modélisation : un sujet à choisir dans une liste de sujets possibles.

stochastique adapté à sa résolution

- Mettre en œuvre sa résolution numérique
- Rendre compte par écrit et à l'oral des résultats obtenus

Liste des compétences :

- 1\_3 Mettre en place un raisonnement scientifique rigoureux et développer la capacité d'abstraction
- 1\_6 Avoir la capacité de trouver l'information pertinente, de l'évaluer et de l'exploiter
- 2\_2 Mettre en œuvre et valider des modèles mathématiques avancés et des solutions numériques adaptées
- 3\_2 Résoudre, de manière analytique ou systémique, un problème posé (décomposer, hiérarchiser, mobiliser des ressources...)
- 3\_3 Être capable d'utiliser des outils numériques génériques (ENT, programmation, travail collaboratif...)
- 4\_1 Maitriser la communication écrite et orale en entreprise (rapports; compte rendus, synthèse, présentations orales....) en plusieurs langues

# Objectifs

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

- Principes de la modélisation mathématique d'un problème applicatif en relation avec une autre discipline ou un secteur industriel particulier
- Autoévaluation des résultats obtenus en regard des objectifs.

L'étudiant.e devra être capable de :

- Organiser le travail collaboratif en petit groupe
- Définir le cadre et le cahier des charges d'un problème original de modélisation mathématique
- Conduire les recherches bibliographiques nécessaires à sa résolution
- Développer le modèle déterministe et / ou

#### Pré-requis nécéssaires

Systèmes dynamiques, probabilités avancées, analyse de données.

### 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)





#### Méthodes MCMC

### Présentation

# Description

Programme (contenu détaillé):

- Simulation de variables et vecteurs aléatoires : nombres pseudo-aléatoires, simulation par inversion de la fonction de répartition, par rejet et méthodes de simulation spécifiques.
- Méthodes de Monte-Carlo classiques implémentation, réduction de variance par différentes variable méthodes (par de contrôle, échantillonnage préférentiel, méthode des variables antithétiques).
- Méthodes de Monte Carlo par chaînes de Markov : rappels sur les chaînes de Markov, loi des grands nombres markovienne, algorithme de Metropolis-Hastinas.
- Mise en pratique avec le logiciel Python.

# **Objectifs**

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

- Les principes fondamentaux de la simulation de variables et vecteurs aléatoires.
- Les méthodes classiques de réduction de variance dans l'approximation d'intégrales par la méthode de Monte Carlo.
- L'approximation d'intégrales par la méthode de Monte Carlo à base de chaînes de Markov.

L'étudiant.e devra être capable de :

- Simuler une variable aléatoire réelle par inversion.
- Simuler un vecteur aléatoire par rejet.

- Maîtriser les techniques de réduction de variance (par variable de contrôle, par échantillonnage préférentiel, méthode des variables antithétiques).
- Utiliser l'algorithme de Metropolis-Hastings générant une chaîne de Markov réversible et ergodique de probabilité invariante prescrite a priori.

### Pré-requis nécéssaires

Probabilités et Statistique (2MIC Semestre 4). Probabilités et analyse de données (3MIC Semestre 5). Compléments de probabilités (3MIC MA Semestre 5).

### 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)

