

# Modélisation mathématique et statistique des systèmes complexes



Crédits ECTS  
5 crédits

## En bref

> **Langue de cours:** Français

## Présentation

### Prérequis

Mathématiques

- \* calcul différentiel
- \* équations différentielles ordinaires
- \* probabilités/statistiques

### Objectifs d'apprentissage

- Connaître la théorie des systèmes dynamiques en temps discret et continu.
- Connaître la théorie de la stabilité.
- Connaître la théorie des équations différentielles.
- Connaître la théorie de l'estimation et de la détection pour les phénomènes extrêmes.
- Être capable de choisir les outils adéquats à la modélisation d'un phénomène..
- Être capable de mettre en œuvre un modèle avec évaluation des paramètres et d'illustrer les différents comportements à travers des simulations.
- Savoir utiliser ou développer des méthodes numériques adaptées pour résoudre efficacement un problème.
- Maîtriser les outils informatiques nécessaires à la mise en œuvre numérique des modèles.

### Description du programme

**Modélisation mathématique de systèmes complexes I et II (30 h : 9-7-14-0)**

Modèles discrets, systèmes dynamiques continus, méthodes numériques associées ; équations aux dérivées partielles, méthodes numériques et exemples d'applications en biologie.

**Le système de Lorenz : un modèle simple en météorologie (15 h : 10-5-0-0)**

Introduction générale (la météorologie, la découverte de Lorenz, la convection de Rayleigh-Bénard et le système de Lorenz) ; instabilité de Rayleigh-Bénard (théorie de la stabilité linéaire ; équations fondamentales et approximation de Boussinesq ; écoulement de base et linéarisation des équations ; équations sans dimension : nombres de Rayleigh et de Prandtl ; transition de la conduction à la convection) ; chaos (notion d'attracteurs et sensibilité aux conditions initiales ; étude du système de Lorenz. Simulations numériques du système de Lorenz).

**Valeurs extrêmes (19 h : 6-6-7-0)**

Valeurs extrêmes, statistiques d'ordre, domaines d'attraction d'une distribution de valeurs extrêmes, estimateur de Hill, estimateur de Pickands, queues de distribution, comportement des excès, loi de Pareto, loi de Gumbel, loi de Weibull. Utilisation des logiciels R ou Matlab.

---

## Compétences et connaissances scientifiques et techniques visées dans la discipline

### Compétence 2 COMPLEXITÉ

- Définit un problème dans un système simple, le positionne dans son environnement et propose un modèle pertinent.
- Comprend et utilise un modèle complexe donné (multi-composantes et multidimensionnel)
- Modélise un système multidimensionnel à composants interdépendants et/ou non déterministes. Pose les hypothèses et conditions de validité.
- Expérimente le caractère imprédictible d'un système complexe (perturbations, risques potentiels...)

---

## Modalité de contrôle des connaissances

DS1 : Systèmes dynamiques 25 %  
CC1 : Systèmes dynamiques (devoir maison) 15 %  
CC2 : Systèmes dynamiques (TP) 10 %  
DS2 : Modèle de Lorenz 17 %  
CC3 : Modèle de Lorenz (TP) 8 %  
CC4 : Valeurs extrêmes (interrogations) 25 %

---

## Bibliographie

Polycopié de cours en anglais

---

## Equipe pédagogique

- \* Malek Abid (Aix-Marseille Université)
- \* Guillaume Chiavassa
- \* Mitra Fouladirad

\* Frédéric Schwander

---

## Objectif de Développement Durable



Lutte contre le changement climatique

### Total des heures

CM	Cours Magistral	25h
TD	Travaux Dirigés	18h
TP	Travaux Pratiques	21h

## Infos pratiques

---

### Nom responsable UE

#### Responsable pédagogique

Christophe Pouet

✉ christophe.pouet@centrale-med.fr