INSA INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES APPLIQUÉES LYON

DPT BIOSCIENCES
INSA Campus LyonTech - 11 Avenue Jean Capelle
Batiment Louis Pasteur - 69621 VILLEURBANNE
Tel. 0472436448
Courriel : bs-secretariat@insa-lyon.fr

Mathématique et Modélisation

Biomathématiques 5 : Processus stochastiques

IDENTIFICATION

CODE :	BS-4-S2-EC-BMMATH5
ECTS :	2.0

HORAIRES

Cours :	12.0 h
TD :	12.0 h
TP :	0.0 h
Projet :	0.0 h
Face à face pédagogique :	24.0 h
Travail personnel :	26.0 h
Total :	50.0 h

ÉVALUATION

SUPPORTS PÉDAGOGIQUES

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Anglais

CONTACT

M. BERNARD Samuel
@

OBJECTIFS RECHERCHÉS PAR CET ENSEIGNEMENT

COMPETENCES :
Cet EC contribue aux compétences ci-dessous (niveau) avec les capacités associées :
A1. Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (niveau 3)
A2. Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (niveau 3)
A3. Mettre en œuvre une démarche expérimentale (niveau 3)
C1. Appliquer une démarche scientifique (hypothético-déductive) pour traduire et résoudre une problématique biologique (niveau 3)
C10. Apprécier les limites de validité d'un modèle et identifier les sources de variabilité et d'incertitudes (niveau 3)
C11. Modéliser et interpréter des données biologiques pour comprendre les processus sous-jacents (niveau 3)
- Appliquer des chaînes de Markov cachées pour la comparaison, l'identification, l'alignement et la prédiction de séquences.
- Utiliser des processus de Moran pour inferrer les étapes de développement de cancer.
- Construire et simuler des réseaux biochimiques à l'aide de l'algorithme de simulation stochastique.
- Analyser et charactériser les séries temporelles bruitées et les simuler des systèmes dynamiques à l'aide d'équations différentielles stochastiques.

Les connaissances associées à cet EC sont :
- simulations numériques
- processus de Markov
- Mouvement Brownien, bruit blanc, bruit coloré
- Processus d'Ornstein-Uhlenbeck
- équation différentielles stochastiques, schéma numérique Euler-Maruyama
- Equations de Langevin et de Fokker-Planck

OBJECTIFS :
Introduction aux processus stochastiques et au calcul stochastique par des application en biologie. Le cours est divisé en deux parties principales. La partie I couvrira les processus stochastiques en temps ou en états discrets, et la partie II les processus en temps et en états continus.
A la fin de ce cours, les élèves pourront caractériser et simuler numériquement des processus stochastiques en temps et à états discrets et continus, et contruire des modèles adaptés à des problèmes en biologie.

PROGRAMME

Partie I - Processus Stochastiques
- Rappel variables aléatoires et application rôle du hasard dans les cancers
- Processus Stochastiques: définition, applications en biologie, stationnarité, processus de branchement
- Processus de Markov: propriétés, equation de Chapman-Komogorov, chaines de Markov, processus de Moran pour le cancer
- Chaines de Markov cachées: applications en génomique
- Réactions chimiques: processus naissance/mort, algorithme de simulation stochastique (SSA), tau-leaping

Partie II - Calcul Stochastique
- Mouvement brownien (Brownian motion ou Wiener): construction, propriétés, distribution, temps de premier retour
- Analyse séries temporelles (auto-correlation...)
- Équations intégrales stochastiques: bruit blanc, solutions, processus d'Onrstein-Uhlenbeck, bruit coloré
- Équations différentielles stochastiques et équations de Langevin: bruit constant, bruit non-linéaire, schéma numériques Euler-Maruyama et Milstein, comparaisons avec les EDO, applications en écologie et neurosciences
- Intégrale stochastique : Intégrale d'Itô, définition, lemme, usage
- Équations de Fokker-Plank : Équations maîtresses (Chapmann-Kolmogorov), dérivation, correspondance entre Fokker-Plank et Langevin, résolution numérique

BIBLIOGRAPHIE

- NG van Kampen, Stochastic Processes in Physics and Chemistry (2006) Elsevier

PRÉ-REQUIS

- Notions de probabilités et variables aléatoires, théorème central limite, distributions usuelles
- Calcul et equations différentielles ordinaires
- Base de programmation, Matlab un plus

INSA LYON
Campus LyonTech La Doua
20, avenue Albert Einstein - 69621 Villeurbanne cedex - France
Tel. +33 (0)4 72 43 83 83 - Fax +33 (0)4 72 43 85 00
www.insa-lyon.fr