

UE Biologie Systémique 1

ECUE 1 : Modélisation des réseaux biologiques

Responsable : Madalena Chaves (madalena.chaves@inria.fr)

Niveau souhaité : M1

Objectifs : Acquérir les outils mathématiques pour la modélisation et l'analyse dynamique des réseaux biologiques (p.ex. réseaux génétiques, métaboliques, ou voies de signalisation...)

Prérequis : équations différentielles ordinaires, algèbre linéaire, calcul scientifique.

Nombre d'heures : 30h (CM/TD)

Intervenants : Madalena Chaves (DR, INRIA), Simon Girel (MCF, LJAD), Jérémie Roux (CR, IRCAN), Walid Djema (ISFP, INRIA)

Contenu : Les thèmes abordés sont les suivants :

Que peut apporter la modélisation mathématique en biologie ?

Comment modéliser un ensemble de réactions biochimiques ?

- a. Fondements de la cinétique chimique et fonction enzymatique.
- b. Etats stationnaires et quasi-stationnaires (Michaelis-Menten). Inhibition compétitive et non compétitive
- c. Equilibres multiples et coopérativité
- d. Modélisation par compartiments. Transport et diffusion

Analyse des modèles dans le cadre des « systèmes dynamiques »

- a. Analyse de stabilité
- b. Analyse de bifurcation
- c. Analyse de sensibilité
- d. Ajustement des paramètres d'un modèle

Dynamiques de réseaux biologiques

- a. Régulation génétique
- b. Transduction du signal
- c. Réseaux métaboliques

Modalités du contrôle des connaissances :

Contrôle intermédiaire écrit (30%) et un contrôle final écrit (70%).

ECUE 2 : Méthodes formelles pour la modélisation discrète

Responsable : Jean-Paul Comet (Jean-Paul.Comet@univ-cotedazur.fr) et Gilles Bernot (Gilles.Bernot@univ-cotedazur.fr)

Niveau souhaité : M1

Pré-requis : Quelques notions de base sur les réseaux de régulation biologiques

Nombre d'heures : 16h (CM/ TD)

Intervenants : Jean-Paul Comet (PR, I3S) et Gilles Bernot (PR, I3S).

Objectifs : Ce cours donne aux étudiants la capacité de concevoir des modèles discrets bien adaptés à la question biologique abordée et d'appliquer des méthodes formelles pour les analyser (logique formelle). Il permet d'avoir une vision critique des causalités supposées des phénotypes observés, d'affiner les approches de modélisation en fonction des capacités d'observation expérimentale disponibles, et enfin de proposer des modèles prédictifs suggérant des stratégies expérimentales pour valider des hypothèses biologiques.

Contenu :

- Introduction à la théorie de René Thomas, formalisme avec multiplexes, exemples (3h)
- Compatibilité de la modélisation discrète avec la modélisation différentielle par morceaux, exemples (3h)
- Conditions de Snoussi et identifications de paramètres, théorèmes fondamentaux sur les boucles de rétroaction, états caractéristiques, exemples (3h)
- Logique temporelle et model-checking, méthode d'identification des paramètres assistée par ordinateur, exemples (3h30)
- Logique de Hoare « génétiquement modifiée » appliquée aux réseaux de régulation, extraction de contraintes sur les paramètres, exemples (3h30)

Modalités du contrôle des connaissances :

- Session 1 : un examen de 2h.
- Session de rattrapage : un examen oral ou écrit.