

# Modélisation de systèmes dynamiques en agronomie, écologie et biologie moléculaire

La modélisation est un outil de plus en plus utilisé en agronomie, en écologie et en biologie moléculaire. La modélisation de système dynamique est un moyen puissant d'avoir une réflexion sur un objet biologique qui évolue dans le temps, et est complémentaire des approches descriptives en statistiques. Il est donc important que les doctorants et post-doctorants en sciences du vivant, non issus d'un cursus en mathématiques, puissent bénéficier d'une formation adéquate en modélisation. Cette formation alternera cours théoriques et applications sur ordinateur. Elle s'appuiera sur les différentes activités de recherches menées à l'Université de Tours et Orléans, et à l'INRA Centre Val de Loire, pour présenter un large panel de méthodes et d'applications.

## OBJECTIF :

Cette formation a pour objectif d'initier les étudiants à la modélisation de systèmes dynamiques (e.g. équation ou loi décrivant l'évolution temporelle d'un système). Nous aborderons les différents formalismes mathématiques utilisés, les difficultés et contraintes que rencontrent les modélisateurs. Nous nous attacherons à lever les freins et inhibitions que peuvent rencontrer les étudiants en biologie face à la modélisation. Pour cela, nous présenterons des exemples dans des domaines d'applications variés allant de la biologie moléculaire à l'agronomie et l'écologie, et nous ferons usage de l'outil informatique pour visualiser et simuler les modèles avec le langage de programmation R (libre et gratuit ; <https://www.r-project.org/>) .

Aucun pré-requis mathématique ne sera nécessaire. Une connaissance du langage informatique « R » (ou similaire) sera utile.

Cette formation n'est pas une formation en statistique. Les liens existants entre les approches de modélisation dynamiques abordés dans cette formation et des modèles statistiques courants seront néanmoins présentés. Nous présenterons l'intérêt de la modélisation en tant que tel, sans nécessairement faire le lien avec des données éventuelles, ainsi que les approches mêlant modélisation et statistiques pour calibrer les modèles (estimation paramétrique).

## COMPETENCES VISEES :

- Compréhension de la démarche et des enjeux de la modélisation mathématique.
- Maîtrise de différents formalismes utilisés et de leurs hypothèses sous-jacentes.
- Méthodes d'analyse théorique et numérique des systèmes dynamiques.
- Conceptualisation de modèles et formalisation de questions de modélisation adaptées aux thématiques des participants.

## PROGRAMME :

Le programme est construit sur deux semaines consécutives, en suivant la trame suivante :

- Démarches et enjeux de la modélisation : Dé-mythification de la modélisation
- Vocabulaire et formalismes utilisées : modèles empiriques/mécanistes, modèles déterministes/stochastiques, temps discret/continu, processus spatiaux, modèles individu-centré... Exemples d'applications en sciences du vivant.
- Liens et différences de la modélisation dynamique avec les approches statistiques (modèles linéaires ou linéaires généralisés notamment).
- Comment modéliser ? Focus sur trois méthodes :

- i. Modélisation déterministe (population continue répartis dans des compartiments et processus spatiaux) : équations différentielles ordinaires et équations aux dérivées partielles.
- ii. Modélisation probabiliste (population finie répartis dans des compartiments et processus spatiaux) : Chaîne de Markov et mouvement Brownien.
- iii. Modélisation et données : calibration et estimations de paramètres.
- Travaux pratiques basés sur les applications
  - i. Modèles de systèmes d'élevage
  - ii. Modèles génétiques, dynamique de diversité et sélection
  - iii. Modèles de dynamiques de populations d'espèce envahissantes
- Atelier de modélisation.
  - i. Présentations par les étudiants de leur thématique de recherche.
  - ii. Réflexion et échanges : la modélisation dans mes travaux de recherche ?
  - iii. Cas d'étude pratique

Ce programme est complété par une participation *optionnelle* à une demi-journée du colloque annuelle du réseau **CaSciModOT** (Calcul Scientifique et Modélisation Orléans-Tours) à Tours (Juin 2019).

## LISTE DES INTERVENANTS :

**Sten Madec (Université de Tours, IDP) :** <http://www.lmpt.univ-tours.fr/~madec/>

**Florent Malrieu (Université de Tours, IDP) :** <https://www.idpoisson.fr/malrieu/>

**Bertrand Méda (INRA BOA) :**

<https://www6.val-de-loire.inra.fr/unite-recherches-avicoles/Recherches/Alimentation-et-Systemes-d-Elevage-AliSE/Equipe-AliSE>

**Magali Ribot (Université d'Orléans, IDP) :** <https://www.idpoisson.fr/ribot/>

**Christelle Robinet (INRA URZF) :**

<https://www6.val-de-loire.inra.fr/urzf/Les-personnes/Personnels-permanents/ROBINET-Christelle>

**Léopoldo Sanchez-Rodriguez (INRA BioForA) :**

<https://www6.val-de-loire.inra.fr/biofora/Personnel/Permanents/SANCHEZ-RODRIGUEZ-Leopoldo>

**Christelle Suppo (Université de Tours, IRBI) :** <https://www.univ-tours.fr/christelle-suppo--140776.kjsp?RH=1492588027294>

**Romain Yvinec (INRA, PRC) :** [http://yvinec.perso.math.cnrs.fr/home\\_fr.html](http://yvinec.perso.math.cnrs.fr/home_fr.html)

## INFORMATIONS PRATIQUES :

Durée : 30h

Dates : 7 journées en Janvier 2020: 13/01, 14/01, 15/01, 16/01, 17/01, 22/01, 23/01, 24/01

Lieu : Université de Tours, Campus Grandmont

Public visé : Doctorant et post-doctorant, 20 places maximum.

Matériel nécessaire : un ordinateur portable (une clé USB contenant les supports de cours et les logiciels sera distribuée aux participants)

Langue : Français, les intervenants feront en sorte que les étudiants anglophones puissent suivre (les supports de cours seront proposés en anglais)

Une courte présentation du projet de recherche (2 diapositives) des étudiants sera également demandée.

## MODALITES D'INSCRIPTIONS :

L'inscription au module est gratuite (les frais de transport, hébergement et repas sont à la charge des unités de recherche dont dépendent les étudiants).

Nombre maximum de participants : 20

**Pour vous inscrire :**

Pour les doctorants des écoles doctorales SSBCV et MIPTIS, la formation sera proposée aux catalogues respectifs de ces deux ED, et les étudiants doivent s'inscrire via ADUM.

Il est demandé à tous les étudiants de compléter le [formulaire d'inscription](#) et le renvoyer avant le 01 décembre 2019 à Romain Yvinec : [romain.yvinec@inra.fr](mailto:romain.yvinec@inra.fr) .