



À l'initiative du  
réseau Mexico

École-chercheurs

# Analyse de sensibilité, métamodélisation et optimisation de modèles complexes

26-30 mars 2018 ; La Rochelle

## Contexte et enjeux

Pour mieux comprendre les écosystèmes ou les systèmes économiques et sociaux, les chercheurs développent des modèles de plus en plus complexes. Explorer et calibrer ces modèles par simulation est indispensable car les interactions entre de nombreux composants dynamiques engendrent souvent des effets inattendus.

L'analyse de sensibilité globale est une méthode qui permet de (i) quantifier l'influence des différentes variables et paramètres sur la variabilité de la réponse d'un modèle; (ii) détecter des interactions entre les différentes entrées; (iii) résumer un modèle complexe sous la forme d'un métamodèle plus facilement manipulable. Avec l'analyse d'incertitude, elle constitue ainsi une étape indispensable pour dimensionner un modèle, le valider ou orienter les efforts de recherche. Son utilisation explicite est devenue incontournable dans de nombreux projets de modélisation mais reste souvent difficile à mettre en œuvre par des modélisateurs. Cette famille de méthodes permet d'identifier et hiérarchiser les paramètres clés qui, dès lors, doivent être estimés (calibrés) avec précision pour garantir un bon contrôle des sorties du modèle.

Au-delà de cette première phase d'analyse,

l'optimisation des modèles est l'étape qui permet d'appréhender la calibration des modèles, la recherche d'une décision optimale selon un ou plusieurs critères prédéfinis par le modèle, etc. La principale difficulté de l'exercice d'optimisation vient du fait que les modèles complexes qui sont développés dans nos domaines sont bien souvent non analytiquement manipulables (non linéaires et non dérivables) et présentent des temps de simulation longs et coûteux.

Cette école-chercheurs a pour objectif de se concentrer autour de l'analyse de sensibilité, la métamodélisation et l'optimisation d'un modèle complexe qui présente au moins une des caractéristiques suivantes : le modèle est vu comme une boîte noire, un code de calcul long ou coûteux, de nombreux paramètres continus ou discrets, de multiples variables de sortie et des processus déterministes ou stochastiques. Les méthodes d'optimisation qui seront présentées viseront à trouver i) les valeurs des paramètres permettant de reproduire au mieux les observations du système modélisé (estimation de paramètres, calibration) ou ii) les valeurs de variables décisionnelles (discrètes ou continues) permettant de satisfaire certains critères, le tout en respectant un ensemble de contraintes préalablement définies. ■

## Objectifs de l'école

L'école-chercheurs a pour objectifs de permettre aux participants de :

- avoir une vision globale des différentes méthodes d'analyse de sensibilité, de métamodélisation et d'optimisation de modèles complexes et des outils associés ;
- acquérir une démarche permettant de choisir la méthode la plus adaptée à son besoin ;
- favoriser les échanges d'expériences sur les champs d'interventions des organismes représentés tels que l'océanographie, l'halieutique, l'environnement, la gestion de l'eau, l'écologie, l'agronomie mais aussi les mathématiques et informatique appliquées. ■

## Public

L'école-chercheurs est destinée prioritairement aux agents Inra (chercheurs ou ingénieurs y compris doctorants) ainsi qu'à nos partenaires du réseau Mexico (Cirad, Ifremer, Irstea ...) et aux participants du GdR Mascot-Num (universitaires et partenaires).

Elle s'adresse (i) aux agents qui développent des modèles, qui les analysent et qui souhaitent consolider leur maîtrise des méthodes et outils d'analyse de sensibilité et d'optimisation ; (ii) aux personnes souhaitant les acquérir. ■

### Pré-requis :

- avoir une connaissance de l'utilisation du logiciel R est fortement recommandée, les TP de l'école utiliseront R.
- avoir des notions élémentaires de statistiques et de mathématiques.
- avoir déjà utilisé ou développé des modèles. ■

## Programme prévisionnel

**Introduction générale :** Elle visera à faire connaissance et à partager les problématiques de recherche.

**Introduction à l'exploration de modèle :** pour montrer sur un cas concret les questions qui se posent, les problèmes soulevés par l'utilisation d'un modèle.

### Des apports théoriques pour mieux comprendre les différentes méthodes

- Rappels sur l'analyse de sensibilité globale
- Métamodélisation
- Introduction générale sur la calibration
- Optimisation avec et sans métamodèle

### Des exposés d'ouverture pour illustrer la théorie

- Exemples de mise en application des méthodes
- Illustration de méthodes connexes et/ou en chantier
- Sujets abordés : Optimisation bruitée, optimisation multi-objectifs, méthode ABC...

### Des travaux pratiques pour s'approprier les concepts, appliquer la démarche et sa mise en œuvre

À partir d'exemples, il sera proposé aux participants de mobiliser les connaissances et méthodes présentées lors de l'école.

### Séance conclusive

Elle récapitulera les acquis de l'école-chercheurs

- Exposé de synthèse
- Discussion finale
- Evaluation

L'école proposera une alternance d'apports de connaissances, de partages d'expériences, d'ateliers et d'échanges.

Plus d'informations seront disponibles sur le site du réseau Mexico (<https://reseau-mexico.fr/>)

## Lieu

Résidence club La Fayette, La Rochelle

## Dates

26-30 mars 2018

Accueil le 26 mars à partir de 9h00

Démarrage de l'école à 10h30

Fin de l'école le 30 mars à 12h30

## Participation

Participation aux frais de séjour et pédagogiques :

- 170 € HT personnels Inra (y compris les doctorants financés par l'Inra) ;
- 570 € HT personnels non INRA rattachés à une UMR Inra ;
- frais d'inscription des personnels Irstea pris en charge par le service formation Irstea ;
- 672 € HT personnels université, autre EPST et EPIC ;
- 1120 € HT autres.

Les frais de transport sont à la charge des unités.

Faire parvenir un bon de commande à Nathalie Frelat [nathalie.frelat@inra.fr](mailto:nathalie.frelat@inra.fr) (TVA 20%).

Les inscriptions ne seront définitives qu'à réception du bon de commande.

En cas d'annulation, moins de 15 jours avant le début de la formation, l'intégralité du montant de l'inscription ou de la participation de l'unité sera conservée par la FPN.

## Comité d'organisation

### Comité scientifique

ROBERT FAIVRE INRA, RESEAU MEXICO, GDR MASCOT-NUM  
JULIEN BECT, SUPELEC, GDR MASCOTNUM  
HILAIRE DROUINEAU, IRSTEA, RESEAU MEXICO  
VICTOR PICHENY, INRA, RESEAU MEXICO, GDR MASCOT-NUM  
SEBASTIEN ROUX, INRA, RESEAU MEXICO

### Ingénierie de formation [formasciences@inra.fr](mailto:formasciences@inra.fr)

GENEVIEVE AUBIN-HOUZELSTEIN - FORMASCIENCES, INRA PARIS  
NATHALIE FRELAT - FORMASCIENCES, INRA PARIS

## Modalités d'inscription

La fiche de pré-inscription est disponible sur le lien suivant :

<https://cvip.sphinxonline.net/v4/s/kqafd8>

ou sur demande par mail à Nathalie Frelat

[nathalie.frelat@inra.fr](mailto:nathalie.frelat@inra.fr)

Pour tout renseignement complémentaire, merci de prendre contact par mail.

[nathalie.frelat@inra.fr](mailto:nathalie.frelat@inra.fr)

La date limite d'inscription est fixée au **25 janvier 2018**.

Le nombre de places étant limité, le comité d'organisation se laisse la possibilité de sélectionner les participants en fonction des renseignements portés sur la fiche de pré-inscription afin d'avoir un groupe équilibré.



FormaSciences

INRA  
SCIENCE & IMPACT

Départements Inra :  
EA, MIA, PHASE, SAE2

Réseau Mexico

MEXICO

GdR Mascot-Num

Groupement de Recherche  
MASCOT-NUM  
Méthodes d'Analyse Stochastique pour  
les COûtes et Traitements NUMériques