

# MEXICO

## Méthodes pour l'EXploration Informatique de modèles COmplexes

Hervé Monod

INRA - Mathématiques et Informatique Appliquées  
Unités MIA-Jouy en Josas, BioSP Avignon, et BIA Toulouse  
Cemagref, Ifremer, Université de Calais et du Littoral, Cirad

Journées MascotNum  
Avignon, le 20 mars 2010

Groupement De Recherche  
MASCOT NUM

Méthodes d'Analyse  
Technique  
pour les COdes et  
Traitements NUMériques

- 1 Présentation du réseau MEXICO
  - Rapide historique
  - Thèmes d'intérêt
- 2 Actions en 2009
  - Ecole-Chercheur
  - Boîte à outils
  - Journées thématiques
- 3 Perspectives 2010

# Plan

## 1 Présentation du réseau MEXICO

- Rapide historique
- Thèmes d'intérêt

## 2 Actions en 2009

- Ecole-Chercheur
- Boîte à outils
- Journées thématiques

## 3 Perspectives 2010

# Rapide historique

## Méthodes pour l'Exploration Informatique des modèles Complexes (<http://reseau-mexico.fr>)



- Né en 2006, à l'initiative de Vincent Ginot, comme réseau méthodologique du département MIA de l'INRA (Mathématiques et Informatique Appliquées)
- Composé de chercheurs
  - INRA (MIA, EA), CEMAGREF (LISC), IFREMER (EMH) et Code Lutin, Université du Littoral (LIL), puis Cirad, IRD
  - modélisateurs, informaticiens, statisticiens
  - motivés par le développement d'outils partagés : Mobidyc, SimExplorer, ISIS-Fish, VLE, puis Record
- Aujourd'hui : une vingtaine de membres

# Contexte

Modélisation dans les domaines : environnement, agronomie, écologie

- échelles diverses, typiquement : individu, paysage, . . .
- systèmes dynamiques, souvent spatialisés, ouverts
- couplages, plusieurs niveaux d'organisation
- variabilité des entrées et incertitudes sur les paramètres
- objectifs variés : intégration de connaissances, prédiction, aide à la décision

# Objectifs







- Intéresser les biologistes-modélisateurs au traitement statistique de leurs simulations et à une exploration raisonnée du comportement de leurs modèles
- Initier de nouveaux sujets de recherches en statistique
- Contribuer à la réflexion méthodologique en modélisation
- Rendre ces méthodes accessibles au modélisateur

# Fonctionnement 2006-2008

- Des réunions itinérantes et ouvertes ( $\sim 2$  par an)
  - Plans d'expérience (2006); Apprentissage et modèles (2007; Journées modélisation du Cemagref (2007); Analyse de sensibilité pour des problématiques spatiales (2008); Modélisation intégrative et exploration numérique (2008)
- Deux ateliers
  - ingénierie informatique : "structures des données".  $\Rightarrow$  définir des structures informatiques pour l'expérimentation numérique
  - méthodes statistiques :  $\Rightarrow$  plans d'expérience, analyse de sensibilité et décision, etc.
- Présence dans d'autres réseaux
  - RNSC (Réseau National des Systèmes Complexes)
  - GdR MASCOT-NUM (universitaires, industriels, CEA, IFP,...)

# Questions abordées

## Objectifs possibles de l'exploration numérique (Ginot& Monod, 2006)

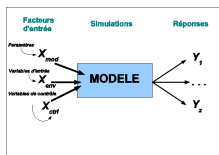
- cohérence numérique
- analyses de sensibilité 
- analyses d'incertitude 
- analyses des conditions initiales et de la propagation des erreurs 
- analyses de stabilité 
- analyse qualitative du comportement 
- recherche des comportements robustes
- méta-modélisation 
- + optimisation - problèmes de décision
- + recherche de propriétés émergentes



# Positionnement sur le thème

Caractéristiques des approches de base de MEXICO :

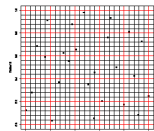
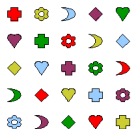
1. Méthodes non intrusives à base de simulations (modèle "boîte noire")



2. Sensibilité globale

- influence *conjointe* de *plusieurs* facteurs sur les réponses
- *intervalles* d'incertitude + distributions de probabilité
- analyse de sorties multivariées

3. Formalisme probabiliste et statistique



# Plan

## 1 Présentation du réseau MEXICO

- Rapide historique
- Thèmes d'intérêt

## 2 Actions en 2009

- Ecole-Chercheur
- Boîte à outils
- Journées thématiques

## 3 Perspectives 2010

# Ecole-chercheurs "MEXICO"

## Objectifs

- Faire interagir plusieurs organismes (organisation, intervenants, participants)
- Former le plus grand nombre dans la limite des possibles
  - 59 stagiaires (près de 100 demandes) : modélisateurs et utilisateurs de modèles
  - D'origines diverses 33 INRA (9 départements), 12 Cemagref, 6 Ifremer, 5 Cirad, AgroParisTech, AgroCampus, ENGREF, ACTA.
  - Mélanger chercheurs/ingénieurs jeunes ou confirmés, doctorants (14)
- Avec convivialité : Giens au printemps, ballade à Porquerolles

# Soutiens financiers et organisationnels



**INRA**

Institut National de la Recherche Agronomique



Département **mia**  
mathématiques et Informatique appliquées



Réseau National des Systèmes Complexes

Région



Provence-Alpes-Côte d'Azur



# Programme

Programme : recherche d'un équilibre entre théorie, pratique et cas concrets

- Deux invités de marque :
  - *Andrea SALTELLI* (CCR-Ispra, Italie)
  - *Bertrand IOOSS* (CEA-Cadarache, GDR Mascot-Num)
- Exposés généraux sur les approches et démarches
- Exposés sur les méthodes (1h30) suivis de TP (2h)
  - Recherche de facteurs influents
  - Exploration d'un espace de grande dimension
  - Exploration de surfaces de réponse - métamodélisation
- Conception de TP et Ateliers (logiciel R)

# Suites

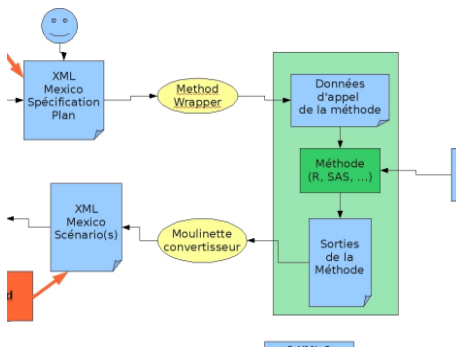
Suites :

- Mise à disposition <http://reseau-mexico.fr/AnnonceECMEXICO>
- Re conduite en 2010 + version rédigée

# Boîte à outils MEXICO

## Objectifs

- Créer un outil permettant d'enchaîner les étapes d'une expérimentation numérique  $\Rightarrow$  schémas XML
- Intégrer des méthodes de planification et d'analyse  $\Rightarrow$  bibliothèques R
- Faciliter l'interfaçage



# BAO : actions 2009

## Etat d'avancement

- Ajustement des objectifs et des moyens
- Schéma XML de description d'un plan arrêté
- Développements R en cours
  - librairie mtk générale
  - librairie multisensi
  - librairie planor



# Journées thématiques “Systèmes complexes et Décision” (1-2 février)

## Thème

- évaluer, comparer, optimiser des décisions par la modélisation
- dans le cadre de systèmes complexes, dynamiques, incertains

## Objectifs

- séminaire interne 2 jours en février 2010
- projet de journées ouvertes dédiées au sujet

# Plan

## 1 Présentation du réseau MEXICO

- Rapide historique
- Thèmes d'intérêt

## 2 Actions en 2009

- Ecole-Chercheur
- Boîte à outils
- Journées thématiques

## 3 Perspectives 2010

# Perspectives 2010

- Journées du GDR Mascot-Num organisées par l'INRA (17-19 mars, Avignon)
- Ecole-Chercheurs 2010, en juin
- Journées thématique : décision et/ou indicateurs multicomposites



Ecole-Chercheurs Mexico, 12 mai 2009