

# MEXICO

## Méthodes pour l'EXploration Informatique de modèles COmplexes

Hervé Monod et Robert Faivre

INRA - Mathématiques et Informatique Appliquées  
Unités MIA-Jouy en Josas et Toulouse

Journée de restitution Appel à Idées RNSC  
Paris, le 5 décembre 2009



Réseau National des Systèmes Complexes

- 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

# Objectifs

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

# Fonctionnement 2006-2008

- Des réunions plénières itinérantes et ouvertes à tous (~ 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". ⇒ définir des structures informatiques pour l'expérimentation numérique
  - méthodes statistiques : ⇒ développer les plans d'expérience et méthodes d'analyse pour l'expérimentation numérique
- Intégration dans d'autres réseaux
  - RNSC (Réseau National des Systèmes Complexes)
  - GdR MASCOT-NUM (universitaires, industriels, CEA, IFP,...)







# 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

# Questions abordées

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

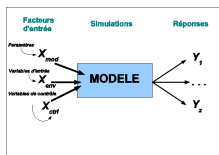
- cohérence numérique
- analyses de sensibilité 
- analyses d'incertitude 
- analyses des conditions initiales et de la propagation des erreurs 
- analyses de stabilité 
- analyse qualitative du comportement 
- recherche des comportements robustes
- méta-modélisation 
- + optimisation - problèmes de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



# Positionnement sur le thème

Caractéristiques des approches de base de MEXICO :

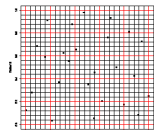
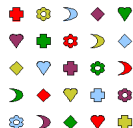
1. Méthodes non intrusives à base de simulations (modèle "boîte noire")



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)
- Recherche de convivialité : Giens au printemps, ballade à Porquerolles

# Soutiens financiers et organisationnels



**INRA**

Institut National de la Recherche Agronomique



Département **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

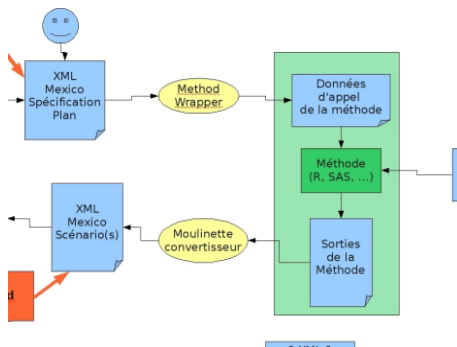
Suites :

- Mise à disposition [http ://reseau-mexico.fr/AnnonceECMEXICO](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



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

## Thème

- évaluer, comparer, optimiser des décisions
- dans le cadre de systèmes complexes
- par la modélisation
- en prenant en compte les incertitudes et la variabilité

## Objectifs

- Echanges de type “atelier de travail”
- Point sur l'existant
- Détermination d'axes de recherche (réponse ANR, alimenter feuille de route RNSC, sujet(s) de thèse, ...)
- Programmation de journées 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 de février
- 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