

## Association

# Journées 2005 de l'association Natures Sciences Sociétés Dialogues : « Modélisation à l'interface entre natures et sociétés »

## Compte rendu de colloque (Montpellier, 7-9 décembre 2005)

Robert Faivre<sup>a</sup>, Christian Mullon<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Statisticien, Unité de Biométrie et intelligence artificielle, INRA/MIA, BP 52627, 31326 Castanet-Tolosan cedex, France

<sup>b</sup> Modélisateur, UR IDYLE, Centre IRD Île-de-France, 32 avenue Henri Varagnat, 93143 Bondy cedex, France

L'association NSS Dialogues a consacré ses Journées 2005 au colloque de restitution et de mise en débat des résultats des sessions de l'atelier Modélisation Environnement (AME), « Apports de la modélisation à la gestion des ressources naturelles ». Cet atelier, animé par Dominique Hervé (IRD), a tenu vingt-deux sessions<sup>1</sup> à Montpellier de juin 2003 à juin 2005, réunissant plus de 300 chercheurs provenant de divers organismes de recherche ou institutions basés en France ou à l'étranger.

Permettant de reprendre une série de questions vives et vivaces sur l'usage de la modélisation à l'interface entre natures et sociétés, le colloque a été organisé autour de cinq thèmes représentatifs de la diversité des travaux présentés et discutés dans les sessions de l'atelier. Ces cinq thèmes ont été traités dans des sessions de deux heures organisées autour (1) d'un rapport de synthèse établi à partir des exposés et comptes rendus des sessions de l'atelier, (2) d'une conférence invitée et (3) d'une discussion. Deux sessions de posters portant sur l'ensemble de ces thèmes ont permis aux participants de présenter des cas concrets et d'exposer brièvement leurs conclusions en séance plénière. Le colloque s'est conclu par une table ronde pour identifier les problématiques spécifiquement liées à la modélisation à cette interface interdisciplinaire et évoquer les questions plus institutionnelles, notamment en matière de valorisation et de formation.

Auteur correspondant : R. Faivre, robert.favre@toulouse.inra.fr

<sup>1</sup> Les comptes rendus et les discussions des différentes sessions sont disponibles à l'url : <http://www.driv.ird.fr/realisations/ame>

La communication introductive de Marcel Jollivet, intitulée « L'interface "natures-sociétés" : quelles approches ? Quelle(s) interdisciplinarité(s) ? », a permis de situer les enjeux de la modélisation au sein de la pratique de l'interdisciplinarité. Partant du constat que l'étude de l'interface natures-sociétés implique nécessairement l'interdisciplinarité, Marcel Jollivet distingue une interdisciplinarité de proximité et une interdisciplinarité élargie et, au sein de celle-ci, il montre en quoi le processus de modélisation est essentiel parce qu'il permet d'explicitier différents points de vue sans a priori. La modélisation nécessite rigueur et questions précises. Il a conclu en posant la question : « Quel point de vue adopter : celui de l'outil contre celui des disciplines ? », qui a amené des réactions immédiates.

### Diversité des objectifs, des disciplines, des objets et des outils

La première session a insisté sur la diversité des modélisations abordées dans l'AME : diversité d'objectifs (production de connaissances, aide à la décision, apprentissage), de disciplines (sciences de la nature, du milieu, de la société), d'objets (systèmes agraires, halieutiques, hydrologiques ; gestion d'états, de stocks, de flux et de populations), d'outils (mathématique, informatique, statistique). Par une analyse lexicale des titres, des présentations et des discussions de toutes les sessions, Jean Le Fur a sélectionné vingt-sept concepts types et les a examinés selon les axes : thématique ; approche et démarche ;

lieux. Il a relevé que les concepts d'expérience, de validation ou évaluation et de résultats n'avaient pas été mis en avant de manière explicite dans les différentes sessions de l'atelier AME. Jacques Weber a montré, en notant l'évolution des pratiques à l'interface entre natures et sociétés, que, si avant 1990, la prise en compte des effets sociétaux dans les points de vue écologiques s'exprimait par une pression anthropique exogène (et vice-versa, par des contraintes naturelles dans les points de vue des sciences de la société), les questions reposent de plus en plus sur l'interaction entre sciences de la vie et sciences de la société.

### **De l'individuel au collectif, de l'optimisation à la coordination**

Cette seconde session a permis de présenter les différents niveaux d'organisation considérés lors des sessions de l'atelier. Les rapporteurs, Olivier Barreteau et Jean-Pierre Treuil, ont insisté sur les questions méthodologiques : quelles sont les apports respectifs des systèmes multi-agents et de la théorie des jeux ? Techniques : quelles méthodes utiliser pour regrouper des individus ou représenter une typologie qui évolue ? Ou épistémologiques : quel est le bon niveau d'abstraction ? Comment éviter de modéliser au niveau le plus fin ? Quelles sont les méthodes de validation propres aux simulations multi-agents ? Ils ont également abordé la question générique de l'intégration entre différents niveaux d'organisation et la représentation des phénomènes d'émergence. François Bousquet a ensuite présenté, à partir de son expérience dans une petite vallée du Bhoutan, les principes et la mise en œuvre de la modélisation d'accompagnement<sup>2</sup>, et notamment l'usage des jeux de rôle.

### **Du lieu au territoire, de l'événement à l'histoire**

La troisième session a abordé plus frontalement les problèmes d'échelle. Les rapporteurs, Dominique Hervé et Jean-Christophe Castella, ont montré en quoi le choix des représentations spatiales et des temporalités des phénomènes que l'on étudie conditionne le type de complexité que reproduira le modèle. Ils ont identifié et proposé un troisième axe d'analyse où se posent des problèmes d'échelle similaires : celui de l'action, de l'activité humaine ; cela leur permet d'envisager de réconcilier les temps des acteurs, des sociétés et de l'environnement. Lena Sanders a présenté, sur la base de travaux auxquels elle a participé, les effets des supports spatiaux (ou

maillage) sur la perception des phénomènes. Elle a mis en exergue le sens des unités élémentaires considérées dans les modèles et elle a insisté sur le fait qu'il n'existe pas une seule modélisation pour répondre à un même problème.

### **L'observation et l'expérience : du terrain au laboratoire virtuel**

Les relations entre réalité et modèle ont ensuite été évoquées dans la quatrième session ; elle traitait donc de la question de la validation. Les rapporteurs, Jean Pierre Muller et Francis Laloë, opposant une approche analytique (statistique) et holistique ou constructiviste (multi-agents), ont insisté sur la distinction entre observation et expérience, et montré la nécessité de conduire des opérations de modélisation de systèmes complexes (incluant les jeux de rôle) dans un cadre expérimental. Jean-Dominique Lebreton, à partir d'exemples d'usage de la statistique et de la modélisation en écologie, a traité de la question de l'expérience en modélisation. Il a mis en avant la nécessité de poser les questions en termes de variabilité et a montré les avantages de techniques de randomisation dans les protocoles expérimentaux ; ces avantages sont d'ordre méthodologique, permettant de bien identifier le rôle attribué à chaque facteur. Sur l'exemple de la modélisation de flux en dynamique des populations, il a montré l'émergence de modèles canoniques, comme les modèles matriciels ou les modèles de capture-recapture. Il a indiqué une piste de recherche pour l'analyse des relations natures-sociétés, basée sur l'homologie entre différents modèles de flux.

### **L'aide à la décision, l'expertise et l'action**

Le rapport de Francis Laloë et Christian Chaboud a développé la question de la gouvernance et insisté sur le rôle des indicateurs en la matière : la définition d'un indicateur n'implique-t-elle pas, *ab initio*, le type de décision publique à laquelle il aboutira ? Yves Le Bars a illustré la complexité de la relation entre décideurs et experts à partir du cas des déchets radioactifs. Le rapport et la communication d'Yves Le Bars ont insisté sur l'évolution parallèle des pratiques dans la démarche de modélisation et dans la prise de décision publique : un premier âge correspond au cas où l'expert est décideur ; un second âge est celui où sont confrontés des experts et le décideur (introduction de la contre-expertise) ; un troisième âge, celui où se rencontrent les experts et des responsables, cas où il n'y a plus de décision propre mais un processus de fabrication de décision. L'évolution conduit à une articulation de modèles de plus en plus hétérogènes.

<sup>2</sup> ComMod : la modélisation comme outil d'accompagnement (<http://www.commod.org>).

## Épistémologie de la modélisation à l'interface entre natures et sociétés

Amy Dahan a retracé une histoire de la modélisation, insistant sur la transformation du statut des modèles entre les années 1930 et 1950 : les modèles conçus comme médiateurs entre théorie et réalité se sont transformés, grâce au développement des mathématiques appliquées et de l'informatique, en outils opérationnels de transformation de la réalité. De là apparaissent deux conceptions de la modélisation : cognitive et explicative, d'un côté ; prédictive et opérationnelle, de l'autre. Elle a appuyé son propos en retraçant l'évolution des modèles de climat, en insistant sur une tendance actuelle à l'intégration, et donc à une nécessaire simplification qui engendre tensions et compromis. Anne-Françoise Schmid s'est engagée sur des chemins plus philosophiques, notamment sur les relations entre philosophie et sciences, avec en point d'orgue la relation entre théorie et vérité et, en filigrane, la relation entre réalité et modèle. Elle a mis en parallèle l'histoire des modèles avec l'histoire des vérités, constatant une actuelle crise du concept de sciences caractérisée par une perte de scientificité.

### Table ronde

Faisant suite à la présentation de Claude Millier relatant le besoin d'appréhender toujours plus de complexité à l'interface entre natures et sociétés et, par là même, le besoin d'un travail interdisciplinaire, le débat a alors porté sur l'identification des questions de recherche à privilégier dans les prochaines années. Il était illusoire d'espérer un point de vue unanime. Deux tendances se dégagent.

L'une d'entre elles est de s'intéresser tout particulièrement, et de façon pratique, aux questions de méthodologie : comment aller plus loin dans la mise en place de la démarche expérimentale en matière de simulation de systèmes complexes, évoquée à plusieurs reprises au cours du colloque ? Comment mettre à profit les avancées comme celles de l'« approche orientée *patterns*<sup>3</sup> » ?

Une deuxième tendance vise à identifier les techniques de représentation des questions abordées dans le

colloque, afin de mieux expliciter les hypothèses implicites, les méthodes mises en œuvre. . . : passage du local au global, changements d'échelle, temporelle ou spatiale, ou de niveaux d'organisation, questions d'émergence. Comment rendre efficace le dialogue interdisciplinaire sur ce domaine avec, par exemple, l'utilisation de schémas heuristiques ou de formalisme adapté comme UML (*Unified Modeling Language*) ? Quelles zones ateliers faut-il mettre en place avec l'objectif de faire travailler sur une même question les différentes disciplines, sans perdre le sens générique de la modélisation ? Quelles sont les alternatives à la modélisation par les systèmes multi-agents pour rendre compte des interactions individuelles et/ou collectives ?

Le débat a enfin porté sur la question du dispositif institutionnel qui pourrait concrétiser les avancées de l'AME, notamment en matière de programmation scientifique, de valorisation et de formation.

Suite à une présentation d'Étienne Landais sur le dispositif de recherche montpelliérain, montrant bien que les questions traitées dans le colloque y trouvaient toute leur place, les discussions se sont engagées à propos de l'impact sur la liberté et le dynamisme des acteurs, de l'institutionnalisation des actions en matière d'interdisciplinarité. La recommandation finale est de s'appuyer sur les changements institutionnels en cours, sur la reconnaissance de la nécessité de l'interdisciplinarité et d'insister, dans ce contexte favorable, sur les moyens permettant aux jeunes chercheurs d'envisager le long terme d'une carrière dans le domaine de la modélisation interdisciplinaire.

### Au bilan

Ce colloque a permis de constater que l'action entamée il y a maintenant plus de dix ans par l'association Natures Sciences Sociétés Dialogues a porté ses fruits et que s'ouvre un nouveau cycle de recherches, prenant en compte les différents aspects des interfaces entre natures et sociétés.

<sup>3</sup> Grimm, V., et al., 2005. Pattern-Oriented Modeling of Agent-Based Complex Systems: Lessons from Ecology, *Science*, 310, 987-991.