

Interdisciplinary Research Opportunity **— Multi-Agent Modelling for an Agrarian Society —**

The interdisciplinary research centre REEDS at the UVSQ*, wishes to recruit two persons at post-doctoral or research officer level, for work on a novel interdisciplinary research project to develop a multi-agent model for a Neolithic agrarian society.

The project *OBRESOC — Un observatoire rétrospectif d'une société archéologique: la trajectoire du néolithique Rubané* — is funded by the French national research agency (ANR) and coordinated by Professeur Jean-Pierre BOCQUET-APPEL, Directeur de recherché à l'UPR 2147 "*Dynamique de l'Évolution Humaine : Individus, Populations, Espèces*" (CNRS, Paris). Within the project, which will run until late 2012, the REEDS team at the UVSQ has primary responsibility for development of a agent-based model that will be used as a framework for integrating and confronting the diverse disciplinary contributions from other project partners at different analysis scales.

Work tasks and responsibilities will include:

- ◆ Review of French and international literature in related fields of multi-agent modelling and ecological economics analysis of agrarian societies;
- ◆ Experimentation with existing models for assessment of their conceptual strengths and weaknesses, their explanatory power and technical performance (including software functioning);
- ◆ Liaison with OBRESOC project partners to identify key concepts and possible model parameters, and to build progressively the modelling framework as a support for inter-disciplinary dialogue;
- ◆ Preparation of internal workshops with project partners;
- ◆ Preparation of reports and audiovisual presentations (PowerPoint, PDF, Internet, etc.)
- ◆ Comprehensive scientific documentation of the modelling and related social science work.

Appropriate skills and experience will include multi-agent modelling competence, social science, ecological economics and project management. French is the working language of the project, but English language capability is also important. Interviews with suitable candidates will take place in late March and early April 2010. Immediate appointment is possible for the right person(s). Salary level will depend on qualifications and experience but, in line with prevailing rates for post-doctoral researchers in France, is likely to be negotiated in the range of 1800-2400 euros net/month.

*** For further information, please contact:**

Professor Martin O'CONNOR

Director REEDS (EE 4456 à l'UVSQ)

Research in Ecological economics, Eco-innovation & Tool Development for Sustainability

Université de Versailles St-Quentin-en-Yvelines, France

Email: Martin.O-Connor@reeds.uvsq.fr

NOTE: Although the present opportunities are specifically linked to the OBRESOC project, prospects at REEDS are good for ongoing employment in ecological economics, integrated assessment and related sustainability fields.

March 2010

ANNEXE — LA DEMARCHE DE MODELISATION

Objectifs

Notre objectif global de cette Tâche est de produire une modélisation ou programme de simulation réaliste, pour la société cible, comportant deux facettes principales, l'une exprimant les variables environnementales exogènes (la dimension 'macro'), l'autre exprimant les variables du système socio-économique au niveau des 'agents' (la dimension 'micro'). Le programme d'ensemble, avec son articulation macro-micro, sera de type « multi-agent » ou « basé sur des agents » (simulation multi-agent = SMA ; agent based modelling = ABM).

Programme des travaux :

L'un des principaux défis de toute tentative de modélisation à long-terme de l'activité économique d'une société, est de déterminer des conventions pour exprimer le regard de la société sur elle-même et sur les conditions biophysiques (naturelles) de son évolution. En effet, nous devrions intégrer des propositions sur le « symbolique » et la « cognition » de la société sans réduire cette dimension de culture à la seule quantification des ressources ou des contraintes environnementales.

Pour aborder ce défi, nous proposons d'associer plusieurs démarches de modélisation et des échelles différentes de représentation pour obtenir, progressivement, une modélisation multi-échelle du type formel SMA (simulation multi-agent) et de structure MSIASM (Multiple-Scale Integrated Assessment of Societal Metabolism). Etant donné que la modélisation intégrée sera un produit du projet, nous précisons en termes de livrables les étapes principaux qui devraient conduire à sa réalisation, calibration et communication (voir 'Livrables' ci-dessous). Ensuite, en justifiant ce choix de technique de modélisation (voir 'Méthodes' ci-dessous), nous explicitons davantage les étapes envisagés de notre analyse.

Livrables

- ◆ Revue de la littérature modélisations (mois 6)
- ◆ Identification des Concepts Clés et Tableaux de Correspondance entre Approches (mois 12)
- ◆ Premières Modèles Didactiques pour chaque forme de modélisation (mois 18)
- ◆ Insertion des modélisations dans des Narratifs de 'veille-retro-prospective' (mois 24)
- ◆ Tentatives d'Articulation des Sous-modèles et de Calibrage sur données (mois 30)
- ◆ Présentation du Narratif de Modélisation et des Résultats des Simulations (mois 36)
- ◆ Documentation intégrale du programme de simulation : concepts, règles et logiciels (mois 36)

Méthodes et choix techniques

A l'échelle systémique, qui peut aussi être considérée comme « macro-économique », nous allons tenter un rapprochement des démarches de modélisation MSIASM (Multiple-Scale Integrated Assessment of Societal Metabolism) proposed by Giampietro et ses collègues en économie écologique [1], avec des démarches de modélisation multi-agent qui mettent l'accent sur les propriétés émergentes d'un système multi-agent en fonction des processus cognitifs des agents qui, indirectement, devraient admettre des contraintes économiques et environnementales [2].

Nous essayerons par cette approche SMA 'hybride' d'exprimer à la fois des dimensions de 'sens' symbolique et des 'limites' biophysiques (climat, énergie, eau, sols productifs, richesses biologiques terrestres et aquatiques, espace habitable...) qui sont au cœur de toute

tentative de représentation de la coévolution socio-écolo-économique d'un système culturel [3]. Nous comptons, plus particulièrement, s'inspirer des démarches de modélisation SMA en anthropologie économique et géographique, traitant des dynamiques territoriales et démographiques des sociétés à petite taille agraires [4].

Si, dans un premier temps, on peut développer des notions de modélisation en parallèle aux échelles 'macro' et 'micro', il est nécessaire d'expérimenter leur articulation afin de développer des 'narratifs' du comportement des agents sans un environnement biophysique à la fois vaste et contraignant.

- ◆ A l'échelle 'macro', nous avons besoin de préciser l'espace d'opportunité et les contraintes pour la population d'agents. Par exemple, des variables climatiques reconstituées (précipitation, température, saisonnalité), mais aussi des notions concernant l'énergie, l'eau, sols productifs, flore & faune et, espace habitable... [5]).
- ◆ A l'échelle 'micro', il faut caractériser chaque membre de la ou des populations d'agents. Pour ancrer la démarche systémique dans une vision de l'activité quotidienne de la société, nous évaluerons la pertinence et la faisabilité de plusieurs développements [6]. Par exemple, à partir de la littérature anthropologique, nous pouvons établir un profil des fermes rubanées (en termes de tailles, composition démographiques, cheptels), des plantes et des animaux domestiqués dans chacune des fermes (et de leurs paramètres en terme biologique et de rendement) ; il faut établir telle caractérisation dans le contexte des règles de fonctionnement du système agricole, de la distribution des fermes dans des hameaux et dans des paysages. Pour cela, il faut une modélisation d'une économie villageoise en termes de, par exemple, la structure multi-sectorielle (input-output) d'une économie locale en interface avec son environnement biophysique ou, des règles démographiques et de la distribution de fermes dans l'espace en fonction des normes d'organisation sociale.

Le design et la réalisation de la modélisation intégrée SMA-MSIASM tourne autour de la question du 'sens' pour les agents, qui interagissent entre eux à l'échelle micro, des 'contraintes environnementales' qui sont imposées à partir de l'échelle macro (qui, à leur tour, peuvent évoluer dans le temps, ceci éventuellement en partie en fonction des choix cumulés des agents). Par exemple, les conditions climatiques (injectées sous forme des lois de distribution) peuvent déterminer les possibilités pour la production agricole ; mais, le comportement des agents dépendra autant des contingences du lien social que des contraintes biophysiques. Cela nous amène d'insister sur la pertinence, à l'échelle « micro-économique » et aussi pour l'interprétation de propriétés émergentes du système, des hypothèses sur les formes de cognition, de lien social, d'identité collective et de grandeur qui animent les groupes à l'échelle locale [7].

Fort des développements de ce genre, nous réaliserons des simulations d'une société 'artificielle' sous les conditions agricoles archéologiques reconstituées et les conditions climatiques observées de la séquence rubanée. Cet effort et la communication des résultats va dominer la 3^{ème} année du programme de travail. Enfin, et quels que soient les résultats obtenus (voir 'Risques' ci-dessous), nous nous devons une réflexion épistémologique et normative autour de la qualité des résultats et leur pertinence et leurs limites par rapport aux besoins de notre propre société [8].

Risques

Ce programme qui tente la mise en dialogue de plusieurs formes de modélisation, peut sembler trop ambitieux (il a fallu, finalement, des millions de dollars pour développer les jeux de vidéo du type 'Age of Empires'). Cependant, nous ne cherchons pas une modélisation lourde. A ce propos, il y a deux risques immédiats associés à la démarche envisagée.

- ◆ Le premier est de produire une modélisation qui, bien qu'intéressante sur le plan didactique et conceptuel pour l'exploration des notions de l'interpénétration des dimensions symboliques (et cognitives) et matérielles (biophysiques) des dynamiques long-terme d'une société agraire néolithique, ne permet pas d'effectuer un cadrage par rapport aux données empiriques. Ce risque est à assumer car, il est intrinsèque à l'ambition frontalière de notre démarche scientifique.

- ◆ Le deuxième est de sombrer dans des complications de la grande hétérogénéité de concepts et de données et, par conséquent, ne pas produire une modélisation avec une clarté didactique. Ce deuxième risque est à éviter par une discipline d'équipe qui va rigoureusement favoriser la parcimonie, c'est-à-dire, des formalisations aussi simples que possible par rapport aux objectifs scientifiques poursuivis. Nous nous efforcerons, en effet, de rester simples au sein de la complexité.
- ◆ Il y a enfin un troisième risque, celui de ne pas trouver ou de ne pas pouvoir retenir pour la durée du projet un ou des jeunes chercheurs de qualité. Nous parions sur la richesse du projet pour dépasser ce risque.

SELECTED REFERENCES

*La littérature autour des démarches de modélisation préconisées est très large, en anglais comme en français. Nous présentons une sélection qui, pour la plupart, signale des contributions des membres du l'équipe de projet et leurs associés directes à cette littérature. En effet, les articles avec deux étoiles en gras [**] engagent un ou plusieurs membres de l'équipe du projet ; les articles avec une étoile [*] sont écrits par des proches associés...*

[1] MSIASM (Multiple-Scale Integrated Assessment of Societal Metabolism)

[*] Giampietro M., S. Bukkens & D. Pimentel (1992), "Limits to Population Size: Three Scenarios of Energy Interaction between Human Society and Ecosystem", *Population and Environment* Vol.14 No.2, pp.109-131.

[*] Giampietro M. & K. Mayumi (2000), "Multiple-Scale Integrated Assessments of Societal Metabolism: Integrating Biophysical and Economic Representations Across Scales", *Population and Environment* Vol.22 No.2, pp.155-210.

[*] Pastore, G., M. Giampietro & K. Mayumi (2000), "Societal Metabolism and Multiple-Scale Integrated Assessment: Empirical Validation and Examples of Application", *Population and Environment* Vol.22 No.2, pp.211-254.

[*] Giampietro, M., K. Mayumi & S. Bukkens (2001), "Multiple-Scale Integrated Assessment of Societal Metabolism: An Analytical Tool to Study Development and Sustainability", *Environment, Development and Sustainability* Vol.3 No.4, pp.275-307.

[*] Giampietro M. & J. Ramos-Martin (2005), "Multi-scale Integrated Analysis of Sustainability: A methodological tool to improve the quality of narratives", *International Journal of Global Environmental Issues* Vol.5 No.3-4, pp.119-141.

[*] Ramos-Martin, J., M. Giampietro & K. Mayumi (2007), "On China's exosomatic energy metabolism: An application of Multiple-Scale Integrated Assessment of Societal Metabolism (MSIASM)", *Ecological Economics* Vol.63 No.1, pp.174-191.

[2] Simulation Multi-Agent : entre Motivation Individuelle et Contrainte de System

Sun, R. (ed., 2006), *Cognition and Multi-Agent Interaction: from Cognitive Modeling to Social Simulation*, Cambridge University Press, Cambridge (UK).

[*] Rouchier J. & M. Requier-Desjardins (2000), "La Modélisation comme Soutien à l'Interdisciplinarité en Recherche-Développement: Une Application au Pastoralisme Soudano-sahélien", *Nature Sciences Sociétés* Vol.8 No.3, pp.74-84.

[*] Amblard F., Bommel P., Rouchier J. (2007), "Assessment and validation of multi-agent models", pp.93-116 in: Denis Phan & Frédéric Amblard (eds., 2007), *Agent-based modelling and simulation in the social and human sciences*. Oxford : Bardwell Press.

[3] Perspectives Réflexives sur l'Analyse Intégrative et la Coévolution Sociétale

Norgaard, R.B. (1988), "Sustainable Development: A Co-evolutionary view", *Futures* 20 (December 1988), pp.606-620.

[**] O'Connor, M. (2002), "Reframing environmental valuation: reasoning about resource use and the redistribution of sustainability", in *Implementing sustainable development*, edited by H. Abaza and A. Baranzini. Cheltenham, UK, and Northampton, MA, USA: Edward Elgar.

[**] O'Connor, M. (2006), "The 'four spheres' framework for sustainability", *Ecological Complexity* 3: 285-292.

Schütz, J. (2000), "Sustainability, Systems and Meaning", *Environmental Values* (9): 373-382.

[*] Giampietro, M., T. F. H. Allen, and K. Mayumi (2006), "The epistemological predicament associated with purposive quantitative analysis", *Ecological Complexity* 3: 307-327.

[*] Mayumi, K., and M. Giampietro (2006), "The epistemological challenge of self-modifying systems: governance and sustainability in the post-normal science era", *Ecological Economics* 57: 382-399.

[4] Modélisations Multi-Agent en Anthropologie Economique et Géographique

Axtell R. (et alii, 2002), "Population Growth and Collapse in a Multiagent Model of the Kayenta Anasazi in Long House Valley", *PNAS*, Vol.99, suppl.3, 7275-7279.

[*] Rouchier J., F. Bosquet, M. Requier-Desjardins & M. Antona (2001), "A Multi-Agent Model for Describing Transhumance in North Cameroon : Comparison of different rationalities to develop a routine", *Journal of Economic Dynamics and Control* Vol.25 No.3-4, pp.527-559.

[*] Rouchier, J. (2000), "La Confiance à travers l'échange: Accès aux pâturages au Nord-Cameroun et échanges non-marchands : des simulations dans des systèmes multi-agents » <http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00349010/fr/>, on line : 22 December 2008.

[5] Performance Macro-économique sur l'Interface Economie-Environnement

[**] O'Connor, M. "Principles for Organising Information on Environmental Degradation within the SEEA Stock/Flow Accounting Framework", Invited Keynote Paper at the 2009 EMAN Conference (Environmental Accounting - Sustainable Development Indicators), 23-24 April 2009, Prague.

[**] O'Connor M. & G. Ryan (1999), "Macro-Economic Cost-Effectiveness for the Estimation and the Use of Multi-Sectoral Dynamic Modelling as an Environmental Valuation Tool", *International Journal of Sustainable Development*, 2(1), pp.127-163.

[6] Analyses d'Economie Villageoise en Anthropologie Géographique

[*] Bentaleb, N. (2006). *Energie durable pour le développement. Etude de cas africains*. Paris: Editions PubliSud.

[7] Lien Social, Identités Collectives et Grandeurs

[*] Allen, T. F. H., & M. Giampietro (2006), "Narratives and transdisciplines for a post-industrial world," *Systems Research and Behavioural Science* 23: 595-615.

[**] O'Connor, M. & Frame, B. (2008), "In a Wilderness of Mirrors: Complexity, Confounded Meta-narratives and Sustainability Assessment", *Cahiers du C3ED*, Guyancourt.

[**] Rouchier, J., M. O'Connor & F. Bosquet (2001), « The Creation of a Reputation in an Artificial Society Organised by a Gift System », *Journal of Artificial Societies and Social Simulation* Vol.4 No.2 <http://www.soc.surrey.ac.uk/JASSS/4/2/8.html>.

[*] Rouchier, J. & H. Shiina (2008), « Learning and Belief Dissemination Through Co-Action », pp.225-236 in: S. Takahashi, D. Sallach & J. Rouchier (eds., 2008), *Advancing Social Simulation: the First World Congress*, Springer Japan.

[8] Knowledge Quality Assessment (KQA) dans la Perspective 'Post-Normal Science'

[**] Douguet, J.-M., O'Connor, M., & van der Sluijs, J. P. (2009). "Uncertainty Assessment in Deliberative Perspective", forthcoming in: A. Guimaraes Pereira & S. Funtowicz (Eds.), *Science for Policy: Opportunities and Challenges*. Delhi: Oxford University Press.

[*] Frame, B., and J. Brown (2008), "Developing post-normal sustainability technologies," *Ecological Economics* 65: 225-241.

[*] Funtowicz, S., and J. Ravetz (1990), *Uncertainty and Quality in Science for Policy*, Dordrecht: Kluwer.

[**] O'Connor, M. (1999), "Dialogue and debate in a post-normal practice of science: A reflection", *Futures* 31: 671-687.