

Modélisations et simulations multi-agents de systèmes complexes pour les Sciences de l'Homme et de la Société : principes et méthodes de conception et d'usage

Comité d'organisation

Frédéric Amblard

Université de Toulouse 1, IRIT UMR CNRS 5505

Nils Ferrand

Cemagref, IRMO

Denis PHAN

Université de Rennes 1 - CREM - UMR CNRS 6211

Président du comité scientifique

Jacques FERBER

Université de Montpellier, LIRMM CNRS UMR 5506

Des « cours magistraux » (9h-10h30, 11h-12h30)...

- Mardi 20: *Introduction aux concepts et méthodologies de conception multi-agents* (J. Ferber)
- Mercredi 21: *Introduction à la simulation à événements discrets* (E.Ramat)
- Jeudi 22 : *Introduction aux traitements de résultats de simulation, comparaison aux données, comparaison de modèles* (V. Ginot, G. Deffuant)
- Vendredi 23 : *Introduction à la validation dans les modèles multi-agents* (Frédéric Amblard) + *Acteurs, interactions et agents : méthodes d'enquêtes et d'intervention utilisant la modélisation* (F. Bousquet, N.Ferrand) - (suite et fin le vendredi soir)

Des conférences 21h-23h...

- Lundi 19: *Artificial Society and Simulations in Social Sciences* (N. Gilbert)
- Mardi 20 : *Agent-based computational economics* (R. Axtell)
- Mercredi 21 : *Statut épistémologique de la simulation en SHS* (P.Livet)
- Jeudi 22 : *Simulation des systèmes urbains* (L. Sanders)

Des Ateliers...



Des Ateliers (de 16h-17h30, 18h-19h30)...

1. Modèles multi-agents fondés sur des modèles analytiques
(coordonnateur : Denis Phan, intervenants : Gilles Daniel, Guillaume Deffuant, Christophe Deissenberg, Jacques Ferber)
2. Acteurs et Agents de terrain pour les SHS : Analyse et Intervention à l'aide de modèles (coordonnateur : Nils Ferrand intervenants: Jean Pierre Müller - François Bousquet).
3. Modélisation géographique
animé par Patrice Langlois et Eric Daudé

*Le point de vue (partial) d'un
« utilisateur » « averti » (chercheur SHS) :
premières questions*

(ou ce que je crois avoir compris en fréquentant les informaticiens)

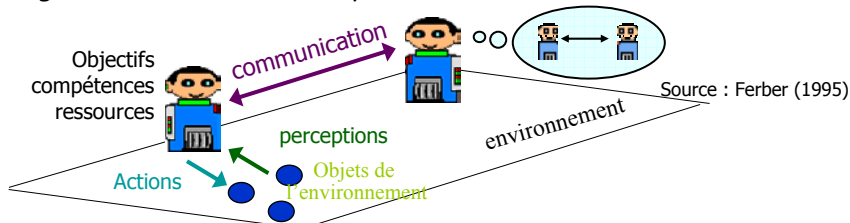
Qu'est-ce qu'un agent et un système multi-agents ?

Pourquoi simuler ?

Comment modéliser et simuler ? Qui fait quoi ?

Avec quoi simuler ?

- Un « agent » est une entité logicielle relativement autonome pouvant percevoir de l'information sur son environnement, communiquer et agir.
- Les « actions » d'un agent peuvent être motivées par des objectifs, conditionnées par des ressources, des compétences et l'information disponible.
- Un agent « cognitif » peut être doté de capacités de représentation, d'apprentissage et de décision plus ou moins sophistiquées
- Un système multi-agents comprend un environnement, un ensemble d'objets dont les agents, un ensemble de relations entre objets et/ou agents et un ensemble d'opérateurs associés à ces entités.

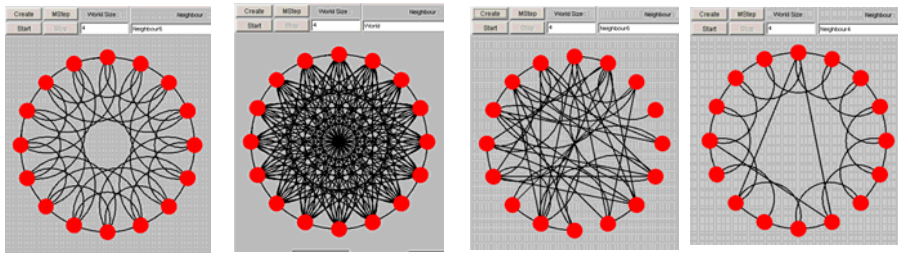


- Pour Axtell (2000) il y a *trois usages distincts* des SMA en sciences sociales, économiques ou de gestion :
 - un autre moyen de réaliser des *simulations "classiques"*
 - comme *complément* de la modélisation mathématique
 - comme *substitut* de la modélisation mathématique
- La *modélisation «participative»* : outil d'accompagnement : acquisition de connaissances et processus collectifs de décision en situation complexe (charte ComMod, cours / atelier Nils Ferrand Jean Pierre Müller, François Bousquet).
 - la décision est le résultat émergent d'une dynamique d'interactions entre acteurs, individuels et/ou collectif

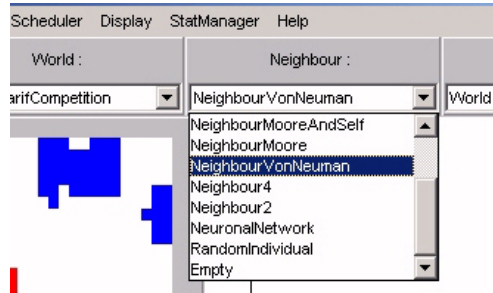
Axelrod (2005) : the major role of *discovery (experiments)*

- As a scientific methodology, simulation's value lies principally in *prediction, proof* and *discovery*
- Simulation is a third way of doing science.
- Like deduction, it starts with *a set of explicit assumptions*.
- But unlike deduction, *it does not prove theorems*.
- Instead, a simulation generates *data* that *can be analysed inductively*.
- Unlike typical induction, however, the simulated data comes from rigorously specified set of rules rather than direct measurement of the real world.
- Simulation modelling can be used as an *aid to intuition*.
- Simulation is *a way of doing experiments*
→ *Serendipity (Merton)*

- Modélisation et simulation sont *deux démarches distinctes* (deux moments) qui (peuvent) être couplées
→ il existe une démarche de *modélisation spécifique SMA* (cours J. Ferber, ateliers...)
 - Production d' abstractions : *ontologies**, *composants*, *architectures* (*modèles de conception et d'organisation de la connaissance)
- La simulation est une démarche spécifique* qui possède déjà des logiques et des règles (Cours E. Ramat, V. Ginot, F. Amblard...)
- Organiser la collaboration entre 3 approches
 - Le « thématicien »,
 - le « modélisateur »
 - le concepteur de « solutions logicielles »



CL provides "a clear and easily manipulated graphical user interface that can permit researchers to engage in serious computational research even if they have only modest programming skills" (Tsfatsion, 2002)



1 - Modèles multi-agents fondés sur des modèles analytiques

Coordonateur :

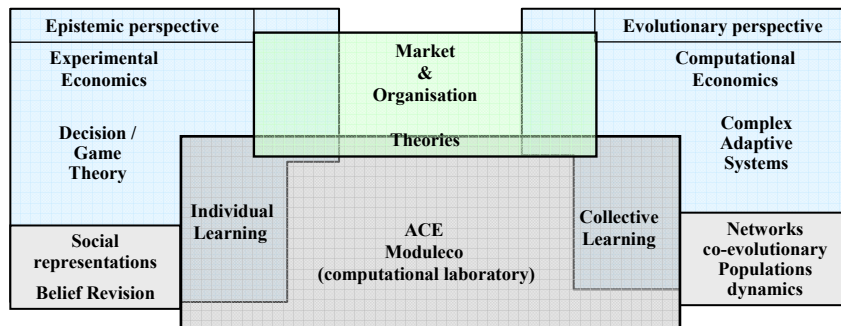
Denis Phan,

intervenants :

Gilles Daniel, Guillaume Deffuant,
Christophe Deissenberg, Jacques Ferber)

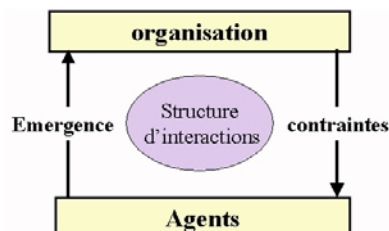
- "The goal of agent-based modelling is *to enrich our understanding of fundamental process* that may appear in variety of applications.
- This require adhering to the KISS principle, wich stands for the army slogan "*Keep It Simple,Stupid!*"
- The Kiss principle is vital because of the character of the research community.
- Both the researcher and the audience have limited cognitive capacity.
- When a *surprising result* occurs (*serendipity*), it is very helpful to be confident that one can understand everythi,ng that went into the model.
- Simplicity is also helpful in giving others researcghers a realistic chance of replicating one's model, and extending the work in new directions.

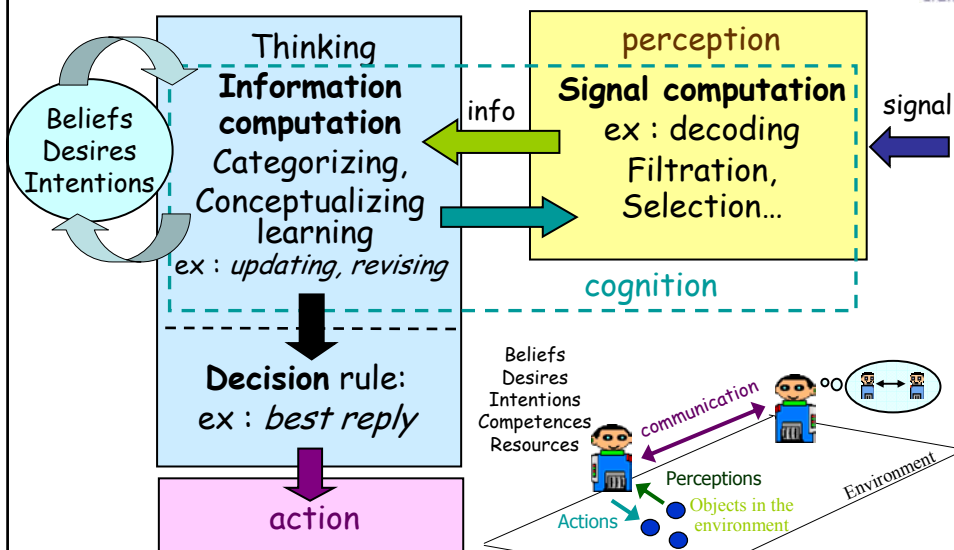
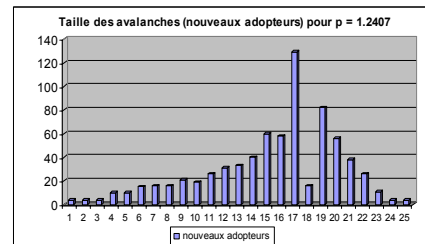
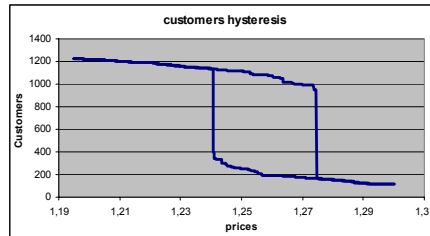
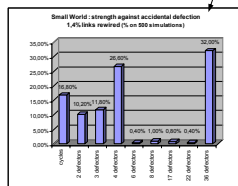
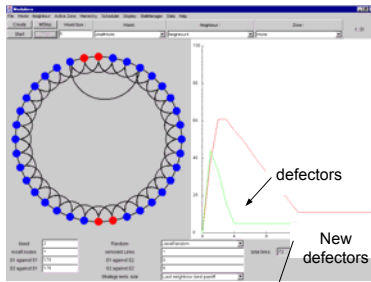
- CL allows us to study complex systems with multiple interacting agents by means of *controlled and replicable experiments*.
 - (i) Learning and the embodied mind
 - (ii) evolution of behavioural norms
 - (iii) bottom-up modelling of market processes
 - (iv) formation of economic networks
 - (v) modelling of organisations
 - (vi) design of computational agents for automated markets
 - (vi) parallel experiments with real and computational agents
 - (vii) building ACE computational laboratories
 - (Tsfatsion, 2002, 2004)



- *Aspects « ontologiques » de la modélisation objet : Abstraction*
- *Complémentarité eco. expérimentale - éco computationnelle*
- *Complémentarité formalisation classique -ACE*
- *Outil de présentation et d'investigation*
 - Bernard Ruffieu : « avant de modéliser il faut explorer » (investiguer ?)
 - André Orléan : « modéliser, c'est l'ultime manière de convaincre l'autre »

- Les concepts de la modélisation dynamique des systèmes complexes : *attracteurs, frontière du chaos, système (critique) auto-organisé.*
- Les concepts plus spécifiques aux systèmes multi-agents : *organisation, émergence, contraintes sociales, structures de communication et d'interaction.*
- il s'agit d'abstraire des systèmes des propriétés générales, en particulier de voir l'émergence d'*ordre* (d'*organisation*) comme un produit de la dynamique des interactions entre les agents (un *attracteur du système*).





Apprentissage optimal par expérimentations
(Leloup 2002)

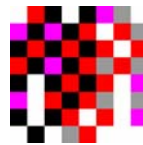
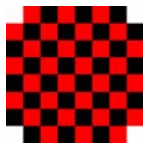
septembre 2005 <http://perso.uni-rennes1.fr/denis.phan> - Porquerolles 2005 19

Question What is *Cognitive Hierarchy* and why does it matters for ACE and Behavioural Game Theory ?

- Behavioural Game Theory (BGT) and Cognitive Economics
 - ➔ BGT « is about what players *actually* do » (Camerer, 2003).
 - ➔ BGT expand Analytical Game Theory by adding the possibility of limited capacities, both for *psychological* and *cognitive* reasons.
 - ➔ With social interactions, *learning process* arise both at *individual* and *population* level. The kind of learning depend of the kind of interactions and cognitive hierarchy taking into account.
- Cognitive hierarchy: one couple of words, several meanings
 - Hierarchy in *Cognitive Capacity* (paper)
 - Hierarchy in iterative « *Strategic Thinking* » capacity
 - Hierarchy in *level of knowledge* (i.e. emergence)

septembre 2005 <http://perso.uni-rennes1.fr/denis.phan> - Porquerolles 2005 20

- Schelling's aim was to explain how segregationist residential structures could spontaneously occur, even when people are not segregationist themselves.
- Agents interact only locally with their 8 direct neighbours ("Moore" neighbourhood). *No global representation* about the residential structure *is available to agents*.
- Each agent would stay in a neighbourhood with up to 62% of people with another colour
- A slight perturbation is sufficient to induce a local *chain reaction* and the *emergence* of segregationist patterns - «segregation» (clusters) is an *emergent propriety of the model*...

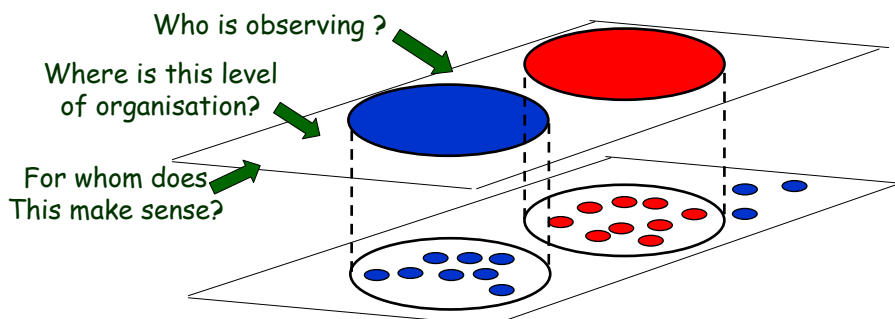


septembre 2005

<http://perso.uni-rennes1.fr/denis.phan> - Porquerolles 2005

21

- Local interactions are sufficient for spatial homogeneous patterns to occur: *spatial segregation is an emerging property of the system's dynamics*, not an attribute of the individual agents.
- What is the ontological status of the "levels of organisation" and of the "observer" ? What is the semantics of the emergent phenomenon ?



septembre 2005

<http://perso.uni-rennes1.fr/denis.phan> - Porquerolles 2005

22

les niveaux d'abstraction mis en œuvre par la modélisation et la simulation posent au minimum le même type de problèmes que les autres formes de représentations



- Spinoza « le concept de chien n'aboie pas »
ne pas confondre une *représentation de la réalité* et la réalité elle même
- Il peut exister *plusieurs niveaux de compréhension non contradictoires*; mais il faut indiquer une *méta règle* (inviolable !) qui précise comment on change de niveau