La simulation agent. Application aux sciences sociales

Juliette Rouchier, GREQAM

amse
aix-marseille
school of economics

Dynamic models of segregation (Schelling)

(Journal of Mathematical Sociology, 1971)

Juliette Rouchier - GREQAM CNRS (AMSE)

Modèle de ségrégation (Schelling)

- L'idée de Schelling: émergence globale à partir d'actions et perceptions locales
- Papier d'origine simulé à la main
- Multiple situations (patterns) séparées par une valeur limite (threshold)
- Deux paramètres qui interagissent: density and %-similar-wanted

Modèle de ségrégation

- Que peut-on conclure
  - existence d'un système qui augmente la ségrégation globale à partir d'une définition locale (émergence)
  - (quantitatif - dépendance au contexte) propriété du système évolue avec la densité
  - on pourrait tester d'autres paramètres, en particulier la règle de mouvement - distance (Laurie and Jaggi, 2003) - forme du réseau (Banos, 2010) - anticipation...
  - http://jasss.soc.surrey.ac.uk/17/1/5.html
- Comment appliquer / utiliser.. ?

Modèle ségrégation

- Plusieurs formes globales qui viennent de comportements simples

  (émergence)

- Le choix d'un agent détruit la satisfaction des autres

  (feedback)

- influence of %-similar-wanted : increasing, decreasing - identifying patterns (75 - 76%)

  (threshold)

- influence de la densité d'agents: (1350)

  (corrélation entre paramètres)

Agent-based modelling

La méthodologie est basée sur trois principes (Axelrod, 97):

ABM (Agent-Based Modelling). Les mécanismes de changements sont définis pour des acteurs locaux, et on observe les conséquences de ces mécanismes à travers les propriétés qui émergent des interactions des nombreux acteurs.

Pas d'autorité centrale. Dans cette approche il n'y a pas de centralisation de la coordination.

Des agents adaptatifs plutôt que rationnels. Les individus suivent des règlent simple, donnant et recevant une influence. On ne peut pas les déduire d'un calcul rationnel basé sur coût et bénéfices ou stratégique.

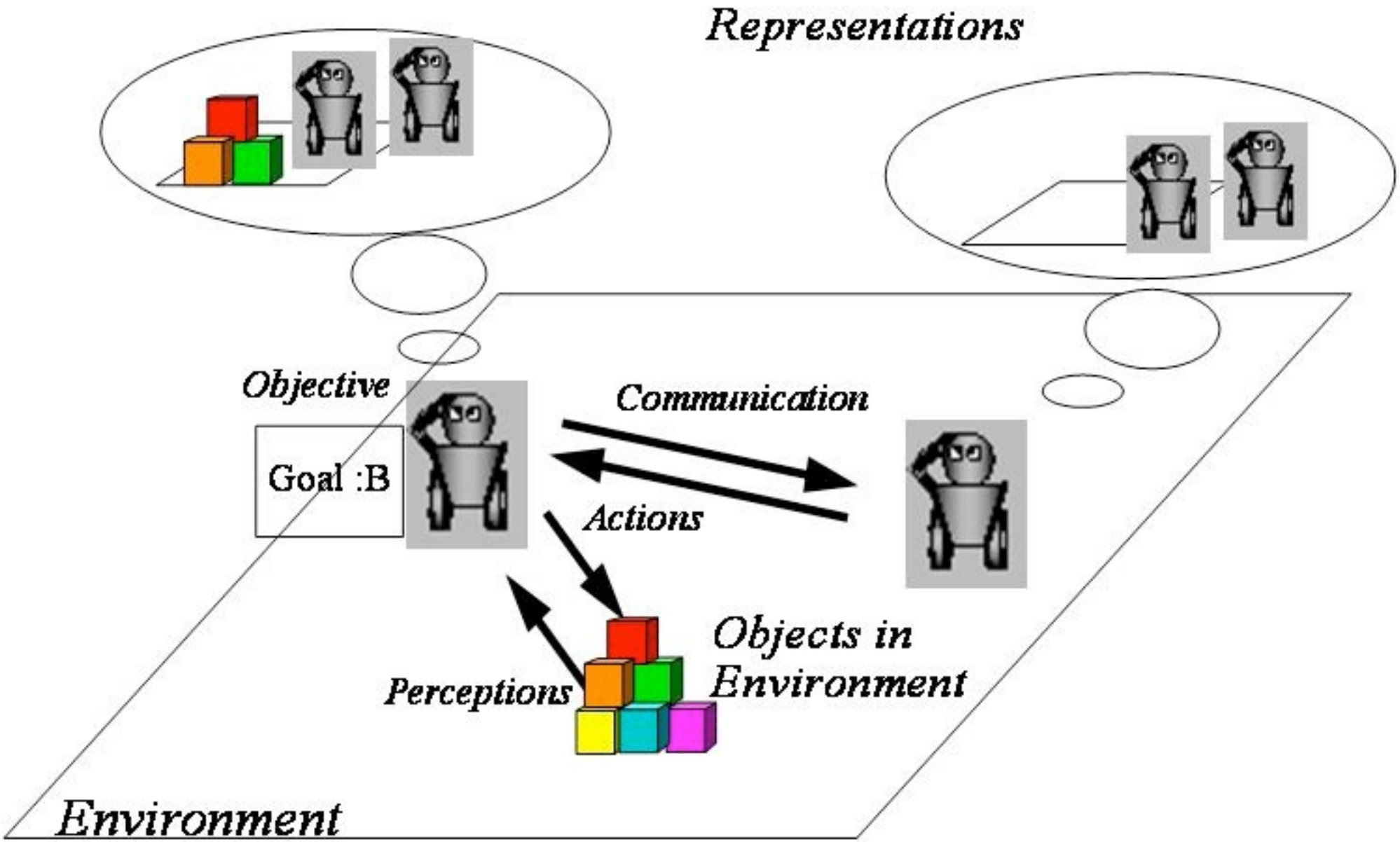
Une “nouvelle façon” de faire des sciences sociales

Agent-based modeling is the computational study of social agents as evolving systems of autonomous interacting agents (Janssen, Ostrom, 2006)

« Generative social science » (Epstein, 2006)
Une nouvelle façon de faire des sciences, qui n’est ni inductive, ni déductive, mais qui repose sur la capacité à construire une situation sociale sur la base d’interactions locales entre agents à connaissance limitée. (“Third way”)

«Situate an initial population of autonomous heterogenous agents in a relevant spatial environment; allow them to interact according to simple local rules, and thereby generate - or «grow» - the macroscopic regularity from the bottom-up»

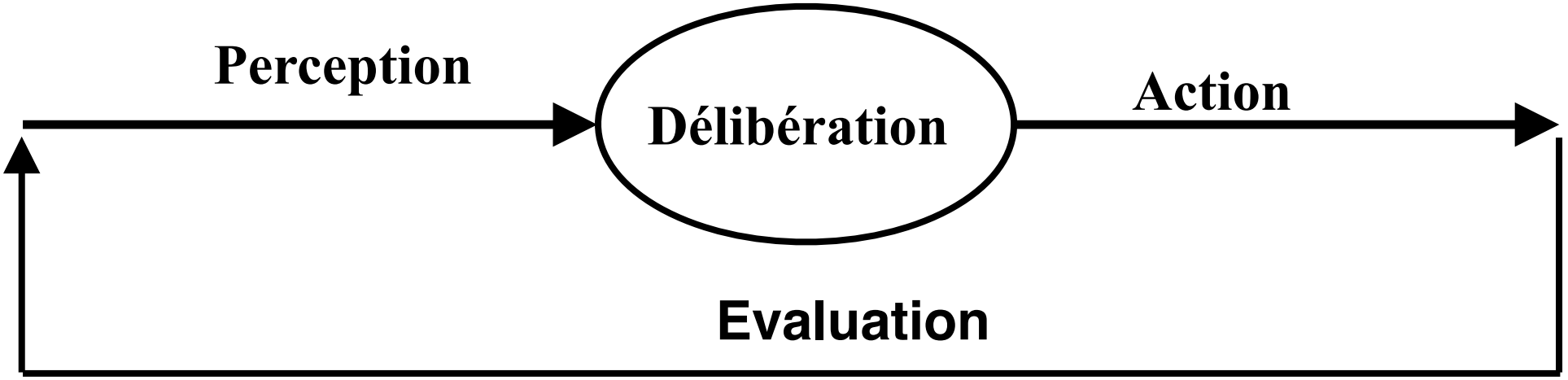
A-E-I-O

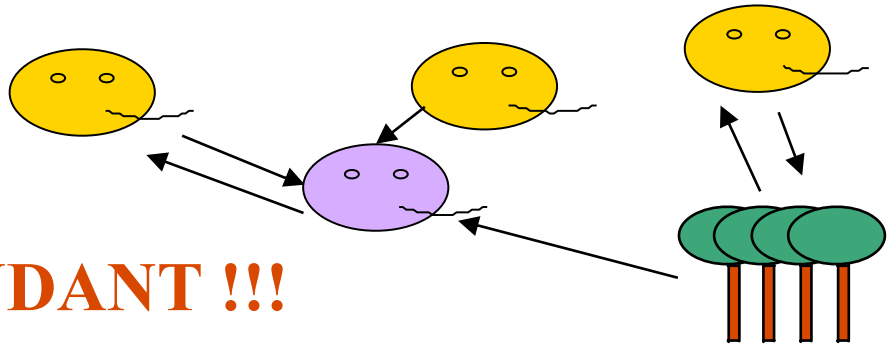

Representations
Objective
Goal :B
Communication
Actions
Perceptions
Objects in Environment
Environment

Un agent : propriétés de base

- Entité réelle ou virtuelle
- Perception locale de son environnement
- Capable d'action
- Autonome

« processus de décision »
« rationalité »





PAS INDEPENDANT !!!

Construire le modèle

- Hypothèses sur le comportement, l'interaction, l'apprentissage :
  - ensemble d'actions possibles - choisies ou automatiques
  - ensemble des interactions possibles
  - processus de choix entre alternatives : fixé, apprentissage, imitation
- D'où tirer ces informations
  - théorie, observation, "folk knowledge", expériences
  - identifier les acteurs pertinents, niveau d'action, apprentissage individuel, influence entre agents
  - difficulté : peu de science traduisent les choix d'action sous la forme «si... alors...» : adapter des données statistiques, inclure des questions spécifiques dans des enquêtes

Environnement : automate cellulaire

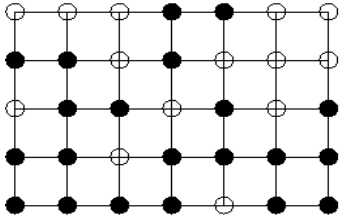
Automate

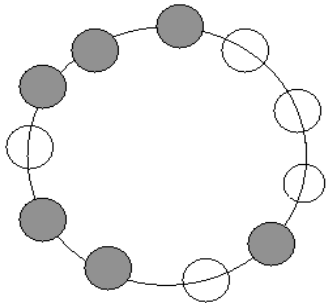
S = ensemble d'états
I = ensemble d'input (entrée)
O = ensemble d'output (sortie)
Fonction de transition

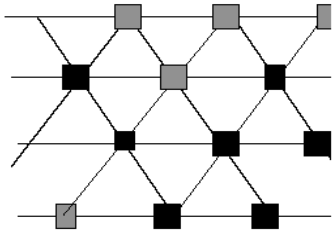
Inputs → ***Etat*** → ***Output***

Automate cellulaire

réseau d'automates avec une architecture telle que les sorties (outputs) des uns sont les entrées des autres (inputs)







Environnement comme contrainte ou ressource

—

répétition et / ou dynamique

Exemples habituels
Abstrait: Game of life (jeu de la vie)
Applicatif: Dynamique de feu

Importation de cartes

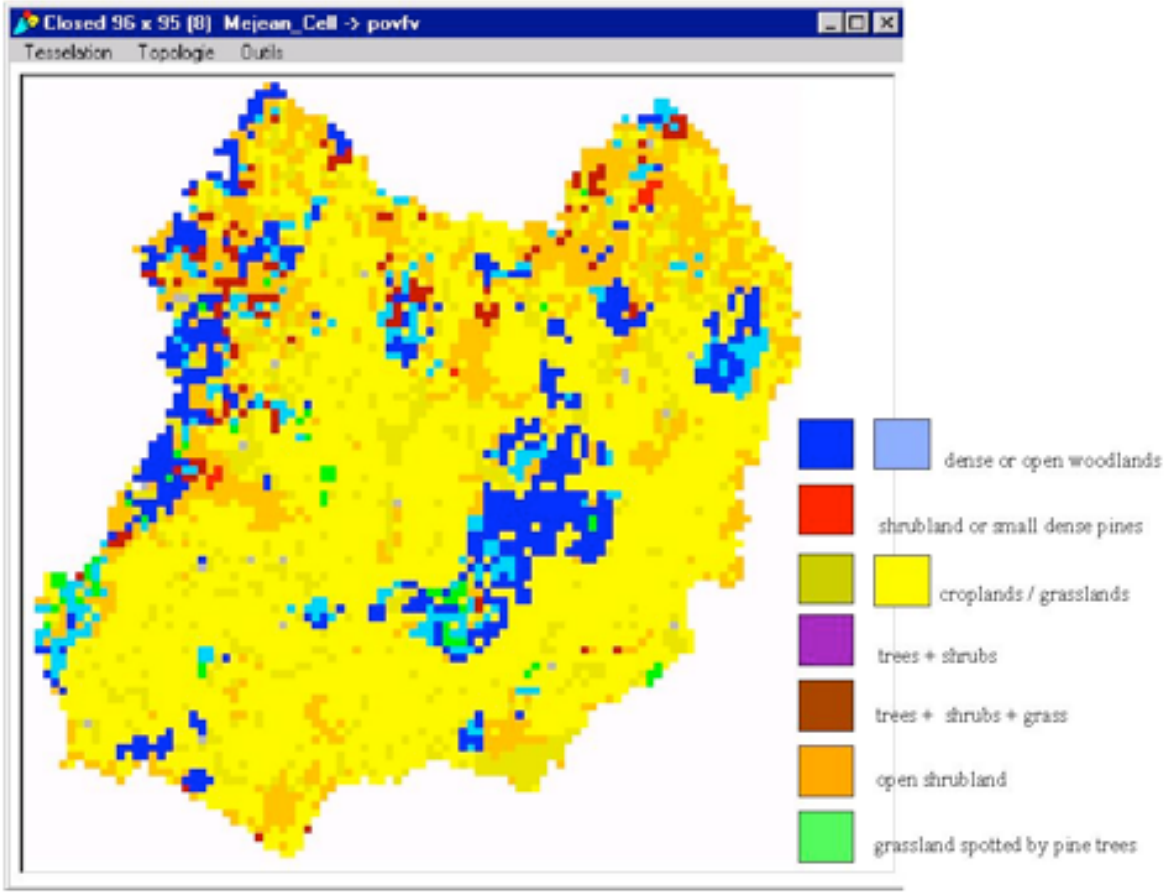
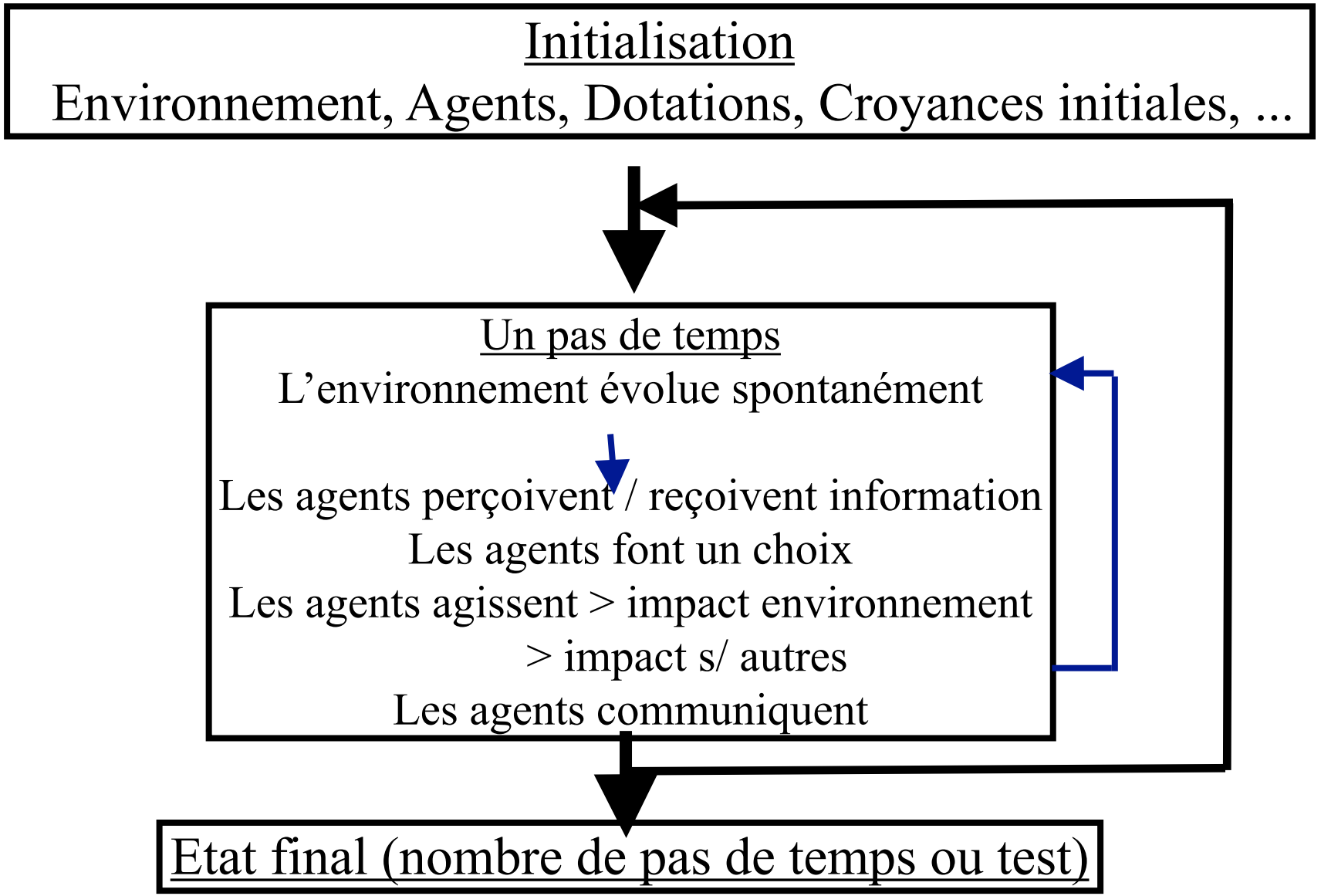


Figure 5. The spatial grid of the model from the "vegetation forms" viewpoint

Simulation : évolution temporelle

Modèle (agents, environnement, interactions, organisation)
Paramètres (nombre d'agents, apprentissage, coûts, vitesse de repousse)



Simuler = chercher les « causes » de l'auto-organisation

- Observer l'auto-organisation : critère global, critère individuel, agrégation de données individuels, liens / rencontre des agents, représentations individuelles and collectives.

INDICATEURS PERTINENTS POUR DECRIRE DES PHENOMENES «EMERGENTS »

- Analyse est possible à travers la comparaison (= « sensibilité aux changement des valeurs de paramètres ») : changement de la situation initiale ou des règles de l'univers – observation des résultats finaux et des processus intermédiaires

CHERCHER LES IMPLICATIONS DES REGLES ET DE LA SUCCESSION D'EVENEMENTS

Type d'explications

- Emergence : pas besoin de la conscience des individus pour avoir un phénomène
- Feedback : importance des externalités
- Path-dependence : dépendance à l'histoire, hasard d'un déplacement peut avoir un grand impact

- Pas d'unicité du chemin !!
- >> explication plus qualitative que quantitative
- Complétude d'un modèle, ajouts de concepts…
- Processus plus que résultat (dans le modèle et méta)

Outils simples

- Plateformes : RePast, Netlogo, Cormas, Masson, Fearlus

- https://code.google.com/p/gama-platform/wiki/Tutorial__PredatorPreyTutorial

- https://ccl.northwestern.edu/netlogo/

- Utiliser d'abord des simulations déjà existantes - bonne documentation

- On peut identifier facilement les concepts importants: valeur limite, feedback, corrélation entre paramètres

- Expliquer

Changements de comportements / de préférences

Thématique forte dans les réflexions sur l'environnement et la soutenabilité / durabilité

- Dissémination de norme / vote (version 0)
  - ? changement de comportements
- Emergence de coopération (Janssen, JEBO, 2008)
  - innovation sociale / institutionnelle

Exemple : normes et Coopération

Axelrod et « the evolution of cooperation »

- Livre célèbre d'Axelrod (1984) qui montre la présence de la coopération dans toutes les sociétés et même dans des circonstances de conflits

- Toujours sur le principe évolutionnaire : organise un tournoi (1979) entre des « stratégies », envoyées sous la forme de logiciels communicants, par qui veut (14 participants)

- Organise le tournoi et célèbre le vainqueur : « tit for tat » (coopération-réciprocité-pardon)

- « Clear, nice, provocable (immediate retaliation) and forgiving »

- Peut avoir un effet négatif > tit for two tats (mais échec)

La coopération dans les expériences (S. Robin)

- Ultimatum

- Les paramètres qui ont de l'importance :

    - anonymat vis à vis du partenaire (31 > 75 égalitaire)

    - anonymat vis à vis expérimentateur (39 > 69 égalitaire)

- Comparaison internationale : une proposition au Japon sera plus acceptée, puis Israël, puis USA, puis Slovénie (Roth et al., 91) ; plus bas dans les pays sans marché (indiens amérique du sud Henrich,…))

- Economistes proposent plus et sont plus exigeants

Ajout de réputation et identification

- Evolution of cooperation in a one-shot prisoner's dilemma based on recognition of trustworthy and untrustworthy agents (JEBO, 2008)

- Idée de « partner selection » : choisir les agents avec qui on souhaite jouer au dilemme.

- Le « tag » utilisé pour reconnaître l'autre dans de nombreux modèles

- **Un modèle de jeu du prisonnier - rencontres deux à deux et jeu qui se répète**

- **Pas de mémoire inter-individuelle, mais une mémoire sur les caractéristiques d'un agent**

- **Des agents plus ou moins altruistes**

Modèle de jeu du prisonnier avec sortie

- **C, D, W (cooperate, defect, withdraw)**
- **with T > R > E > P > S and 2R > T + S**
- **si on withdraw, on perd moins que mutual punishment (P) mais on gagne moins que R (reward)**
- **La meilleure situation est de croire que l'autre va coopérer plutôt que de se retirer du jeu.**
- **Ici T = 2, R = 1, E = 0, P = -1, S = -2**

Table 1
Pay-off table of the Prisoner's Dilemma with the option to withdraw from the game

	Player B		
	Cooperate	Defect	Withdraw
Player A			
Cooperate	*R*, *R*	*S*, *T*	*E*, *E*
Defect	*T*, *S*	*P*, *P*	*E*, *E*
Withdraw	*E*, *E*	*E*, *E*	*E*, *E*

Les préférences des agents

- social preference : aversion to exploit other ; altruistic tendency ; beta <= alpha, both in [0;1]

$$u_i = \pi_i - \alpha_i \max(\pi_i - \pi_j, 0) + \beta_i \max(\pi_j - \pi_i, 0)$$

Table 2
Utility pay-off table of the Prisoner's Dilemma with the option to withdraw from the game

	Player B		
	Cooperate	Defect	Withdraw
Player A			
Cooperate	R, R	$S+\beta_A(T-S), T-\alpha_B(T-S)$	E, E
Defect	$T-\alpha_A(T-S), S+\beta_B(T-S)$	P, P	E, E
Withdraw	E, E	E, E	E, E

- Heterogeneity de la préférence sociale

- Population qui évolue par sélection > la préférence sociale évolue dans la population

Image des autres : le trust index

Un agent émet un signal perçu par tous : (0,1,1,0,0,0,1,1,1,0)
Et accorde une valeur de confiance à chaque trait de ce signal

$$M = w_0 + \sum_{i=1}^{s} w_i x_i,$$

Calcul de la confiance
> probabilité de jouer le jeu en fonction de M

$$\Pr[\mathrm{Tr}] = \frac{1}{1 + e^{-M}}.$$

> Si jeu, en fonction de la croyance > Utilité espérée > Choisit une action

$$E[U(C)] = \Pr[\mathrm{Tr}]R + (1 - \Pr[\mathrm{Tr}])(S + \beta_i(T - S))$$

or

$$E[U(D)] = \Pr[\mathrm{Tr}](T - \alpha_i(T - S)) + (1 - \Pr[\mathrm{Tr}])P.$$

$$\Pr[C] = \frac{e^{\gamma E[U(C)]}}{e^{\gamma E[U(C)]} + e^{\gamma E[U(D)]}}.$$

Modifie la croyance en fonction de l'action de l'autre

$$\Delta w_i = \lambda(F - \Pr[\mathrm{Tr}])x_i,$$

Une évolution de population dans le temps

Une génération = g jeux entre deux paires d'agents - chacun obtient un gain à chaque jeux

Calcul des gains moyens

Sélection de 10% de la population pour faire un tournoi : sélection deux à deux et l'agent avec le plus haut gain moyen se reproduit et prend la place de l'autre

Possibilité de mutation dans les caractéristiques, ou les préférences sociales, ou les croyances

Raw results

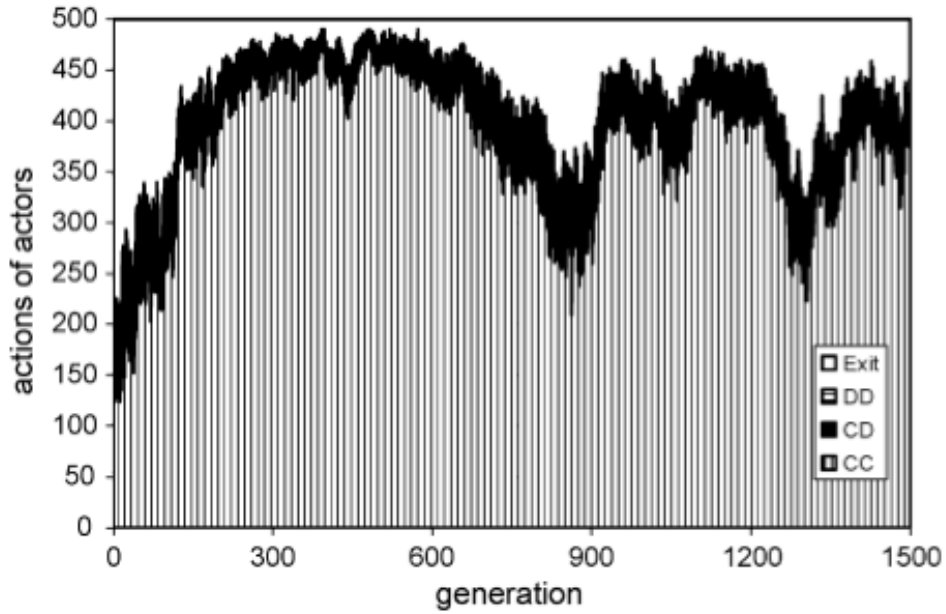
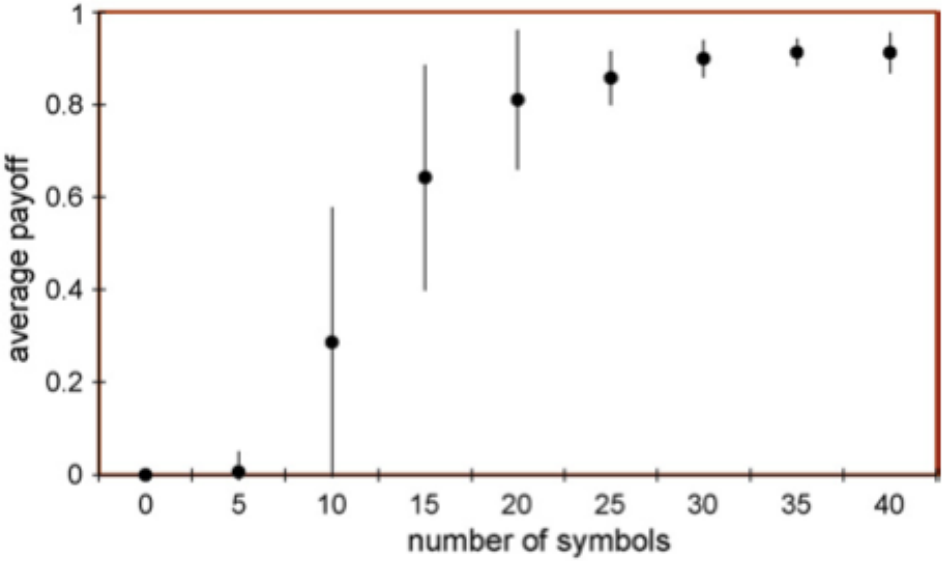


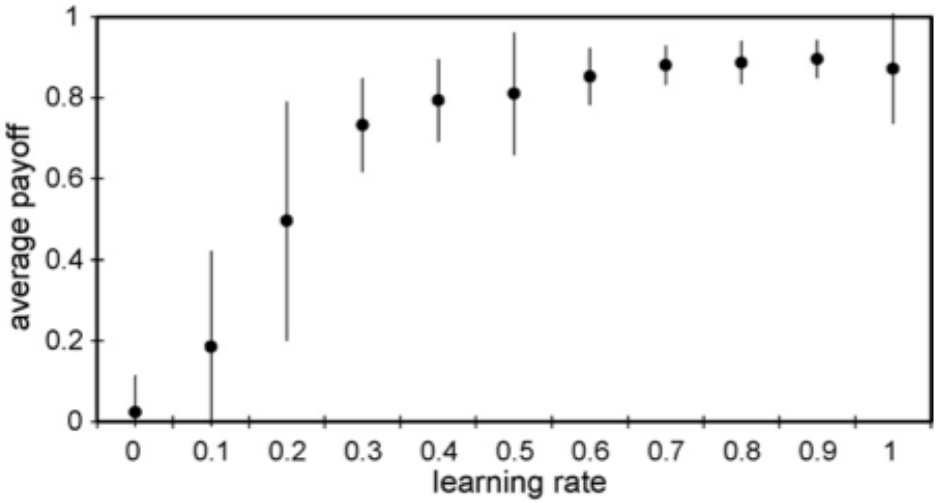
Table 4
Basic statistics of the default case with the mean and standard deviation (parentheses) for 50 runs

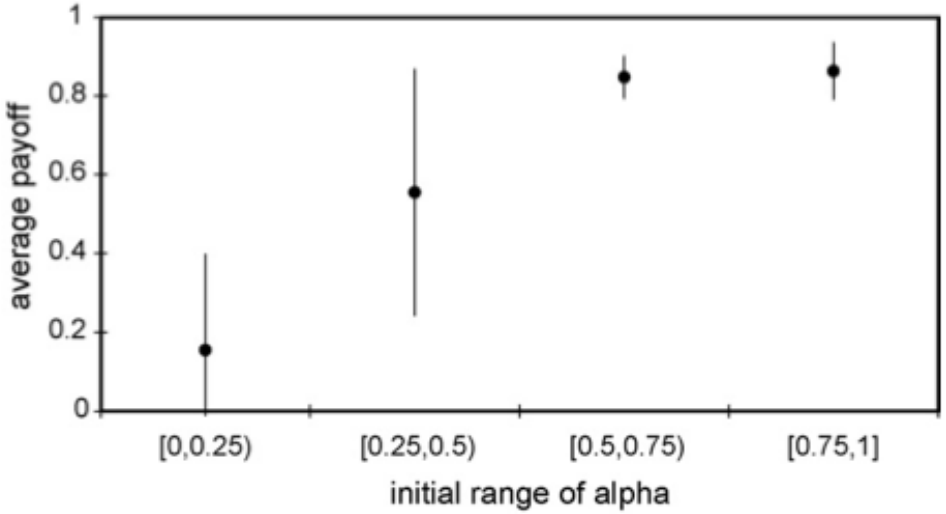
Indicator	Value
Payoff	0.81 (0.15)
# CC games	405.7 (74.9)
# CD games	25.0 (9.4)
# DD games	0.7 (0.6)
# Withdrawn	68.6 (72.5)
Parameter α	0.76 (0.10)
Parameter β	0.41 (0.18)

(50 simulations, 1500 generations, statistiques des 1000 dernières générations)

Sensitivity analysis

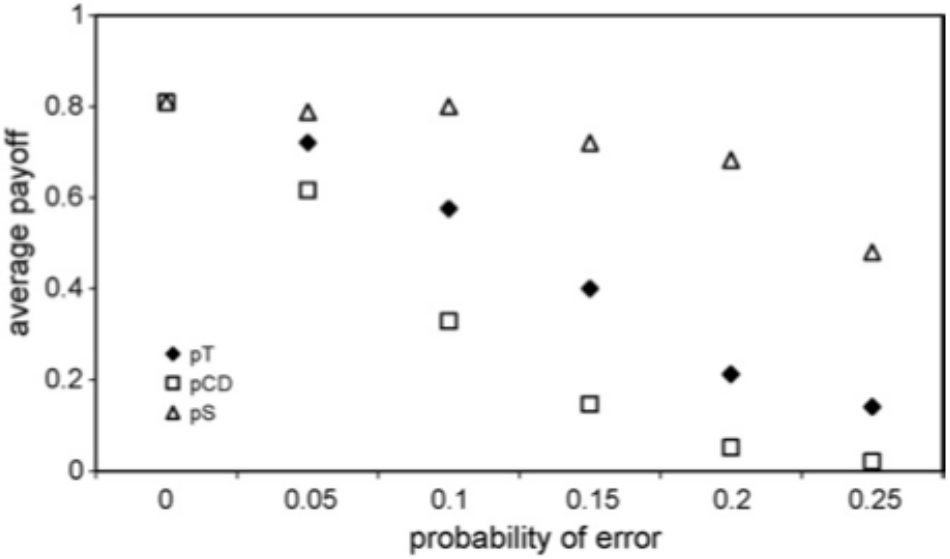


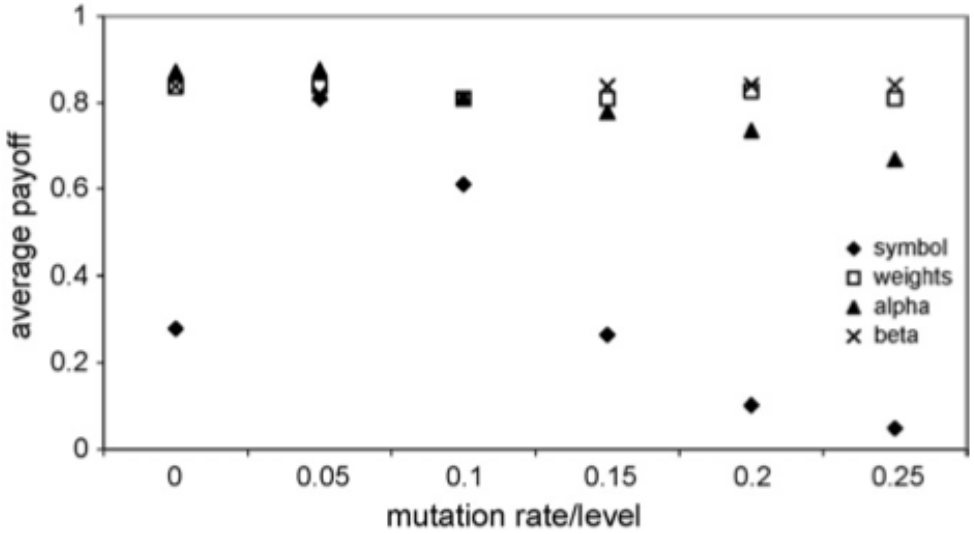




si on laisse le temps (10500), les agents évoluent vers plus de coopération

Sensitivity analysis 2





Discussion

- C’est un dilemme social non répété : une question importante => comment penser un modèle social qui permette d’expliquer ce phénomène ?

- Ici : population à 100 agents, avec 1000 il y a moins de coopération
- La mutation et l’erreur ont un effet
- Il faut suffisamment de symboles pour permettre l’identification

- Possibilité d’ajouter du gossip : nouvelles questions de modélisation

« Confiance »	Social	Individuel
One shot	Tags Signaux	Engagement dans l'action
Répété	Réputation	Confiance inter-individuelle

Apprentissage individuel

- Influence de la rationalité dans un système fixe
  - Définir un environnement / des interactions / des règles
  - Deux rationalités > résultats émergents différents > Expliquer
- Influence de l'institution à rationalité fixe
  - Une façon de raisonner pour les agents
  - Plusieurs modes d'évolution du groupe > résultats différents > expliquer
- Projet de représentation de l'apprentissage humain
  - Des apprentissages classiques - venus de l'économie, de la psychologie (renforcement, fictitious play, satisfycing)
  - Caler les résultats de simulation sur des comportement en expérience

Apprentissage collectif

- Modèles d'imitation
  - Copier les autres selon leur succès
  - > Comment se procurer l'information ? > Qui imiter ?
  - Très utilisé pour étudier les émergences de normes
- Algorithmes génétiques
  - Fonction «fitness », reproduction, rencontres, mutation
- Modèles de diffusion (savoir, innovation, croyances)
  - Opinion binaire et extension pour adoption d'innovation,
  - Opinion réelle et bounded-confidence,
  - Opinion en vecteur

Thématiques SHS

- Marchés (de biens, financiers), pénétration d'un produit, émergence de taux de change [coûts et bénéfices]
- Diffusion de normes, d'opinion, changements de préférences [non stratégique]
- Comportements altruistes, partage de risque [indicateurs collectifs, réseaux, évolution]

SES : associer dynamique sociale et environnementale

- Usage d'une ressource commune (eau, pâturage, forêt)
- Pratiques culturales
- Extension d'une ville
- Epidémiologie pour les maladies, les nuisibles
- Installation humaine dans l'histoire

Construction de modèles et simulation : une démarche intermédiaire

Tester les hypothèses sur les ordres dus à la répétition des interactions entre hommes sur une ressource

Virtual laboratory:

- Faire des hypothèses sur la dynamique de la ressource, le fonctionnement individuel des entités, leurs relations, les lois de l'univers (théorie qui devrait permettre la déduction) > élaboration du modèle multi-agents et implémentation du système
- Faire des simulations : détermination d'un état initial, laisser les entités agir selon les mécanismes prescrits, sans intervention de l'utilisateur
- Observer les résultats : indicateurs, calculs de corrélation et interprétation, suivi d'un agent particulier (observation locale et globale) > interprétation des paramètres et de l'influence de la répétition des interactions – un travail toujours effectué par comparaison entre simulation (« sensibilité aux paramètres »)

" the distinguishing features of an algorithtm is that all vagueness must be eliminated ; the rules must describe operations that are so simple they can be executed by a machine"

Modélisation d'accompagnement

- des modèles « simples » à comprendre et donc à critiquer puis construire
- ressemblance forte avec des jeux de rôles, expériences en économie, psychologie : outils associés
- www.commod.fr

Is Social Simulation a Social Science Outstation? A Bibliometric Analysis of the Impact of JASSS

Abstract

This paper examines the bibliometric impact of JASSS on other ISI- and Scopus-indexed sources by examining inward and outward citations and their inter-relation. Given the prestige of JASSS, this analysis can measure the growth and dynamics of social simulation and give us an indication of the direction in which social simulation is moving. Results show that the impact of JASSS is higher in computer sciences, physics and ecology than it is in the social sciences, even though JASSS-indexed articles tend to be more concerned with social science-related topics. Looking at inter-journal citations revealed an interesting citation structure: JASSS collected its largest percentage of citations from non-social science-focused journals while directing more citations within its own articles toward works published in social science journals. On the one hand, this would confirm that social simulation is not yet recognised in the social science mainstream. On the other hand, this may indicate that the cross-disciplinary nature of JASSSallows it to promulgate social science theories and findings in other distant communities.

http://jasss.soc.surrey.ac.uk/16/1/10.html

Juliette Rouchier - GREQAM CNRS (AMSE)

Pourquoi ABM?

- Représenter les phénomènes sociaux-environnementaux sur la base de 3 hypothèses :
  - l'interaction est au centre de la vie sociale et des liens homme-environnement
  - les individus connaissent mal leur environnement qui est situé et partiellement perceptible
  - la vie sociale est dynamique et il n'existe pas d'équilibre
- Permet de tester des hypothèses à travers une construction cohérente ("growing","generative")
- Résolution informatique qui réduit les problèmes de calculabilité.

Validation

- La question la plus délicate
  - dépend de la discipline
  - dépend de la question
  - la réponse peut ne pas plaire à tous (par exemple, fitter des «vraies données statistiques» peut plaire à beaucoup de gens, mais pas moi)

> justesse dans les données macro du «monde extérieur» (fit)

> permet de comprendre les dynamiques générales (en indiquant les liens micro-macro)

- Le type de données émergentes varie pour pouvoir comparer à:
  - «small range» - modèles abstraits ou idées générales (KISS)
  - «middle range» - faits stylisés, régularités dans des contextes particuliers
  - «explicit» - données observées complexes(KIDS)

Postures de validation - de KISS à KIDS

- montrer que le résultat correspond à des données quantitative - expériences, enquêtes
- montrer qu'une forme, une régularité (pattern) peut être produite de façon systématique et comprendre dans quel contexte - qualitatif - "pattern - based modelling" - souvent explicatif / logique
- trouver toutes les situations qui peuvent émerger sur la base d'hypothèses (explorer les paramètres pour voir toutes les sociétés virtuelles) - théorie - cohérence avec d'autres données
- montrer que des hypothèses minimales sont suffisantes pour produire un phénomène - par contre on ne peut pas démontrer la nécessité
- montrer l'utilité d'un modèle (jetable) pour un usage participatif - souvent KIDS, délicat à transposer

Taxonomie et classification

Cioffi-Revilla and Gotts (2003): TRAP^2 class to analyse two models: GeoSim, a model of military conflict and FEARLUS, a model of land use and ownership change.

Grimm 2006: ODD http://www.ufz.de/oesatools/odd/

Overview	Purpose
	State variables and scales
	Process overview and scheduling
Design concepts	Design concepts
Details	Initialization
	Input
	Submodels

Problèmes qui restent

- Critique principale

  impossible de montrer l'unicité du chemin vers un résultat

  prouver que les résultats sont obtenus après des simulations assez longues pour avoir du sens

  diffusion d'information par les papiers encore délicate : ambiguité, pas d'unicité d'implémentation

  beaucoup de modèles "ad hoc" - quelle accumulation (même si ça disparaît doucement)

  parfois le résultat dépend de la génération de nombres aléatoires

  le calibrage sur les données est encore une question ouverte

- Résolution collective de ces questions

  archive ouverte (**open abm**) - réplication - validation croisée

  ODD, utilisation de plateformes standards

A lire

- Railsback and Grimm
- Handbook of Computational Economics
- Simulating Social Complexity - a Handbook
- Gilbert and Troitzsch
- Site ComMod
- Site openABM http://www.openabm.org/
- Epstein