

*Intelligence Artificielle Distribuée et
Simulation Agents*

*La pensée émergentiste grâce aux
algorithmes*

Juliette Rouchier, CNRS, LAMSADE, PSL, Paris-Dauphine

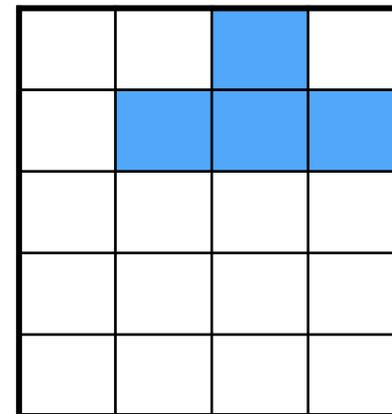
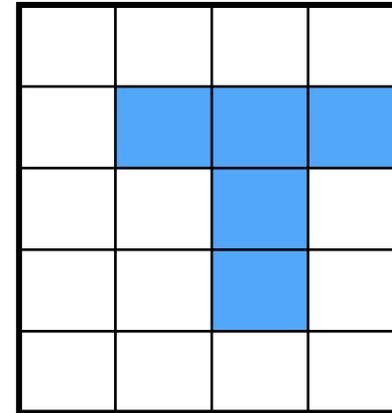
IAD et SMA

- La pensée émergente apparaît vers la fin des années 50 (automates cellulaires)
- Tentatives régulières d'applications hors des mathématiques et informatique
- Lien historique des années 90 entre informaticiens et sciences sociales (humaines et biologiques)
- Questions communes et échanges d'idées et de pratique
- Puis séparation en début 2000 pour des spécialisations thématiques
- Rapprochement de la communauté des systèmes complexes (comme à l'international)

Game of life

- 3 - naissance
- 2 ou 3 - reste en vie
- Simultané
- Formes régulières
 - stables
 - répétitives
 - glider
 - jardins d'Eden

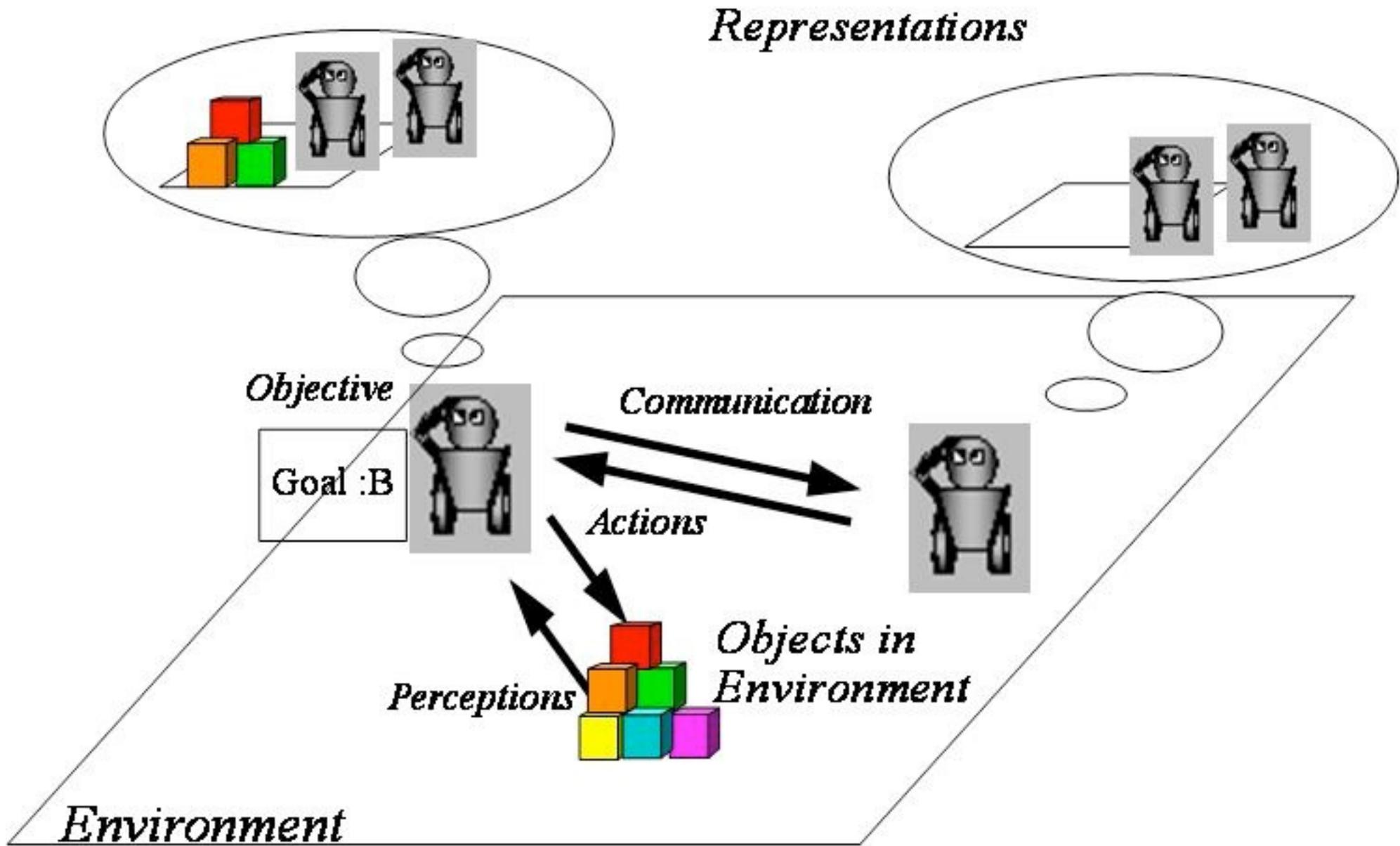
>> Des formes émergent,
auxquelles nous donnons
du sens - émergence



Les fourmis

- Guy Theraulaz
 - Manta
 - vérification qu'il est possible de
 - attention aux extrapolations : on ne peut pas montrer que c'est la seule façon d'organiser
- >> vérifier que les comportements micro sont valides et que l'agrégation choisie donne des formes pertinentes

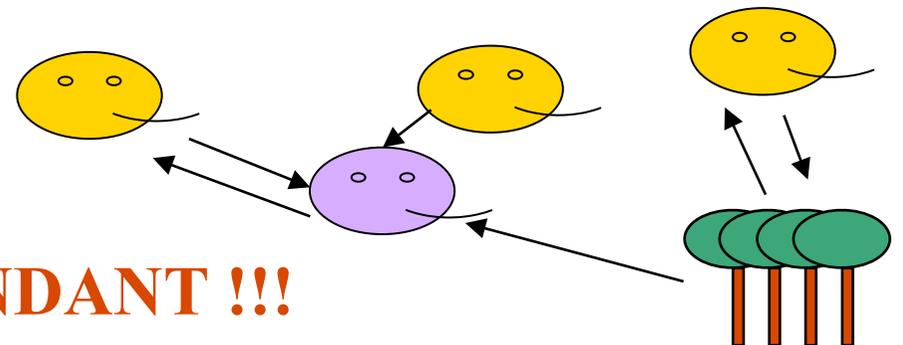
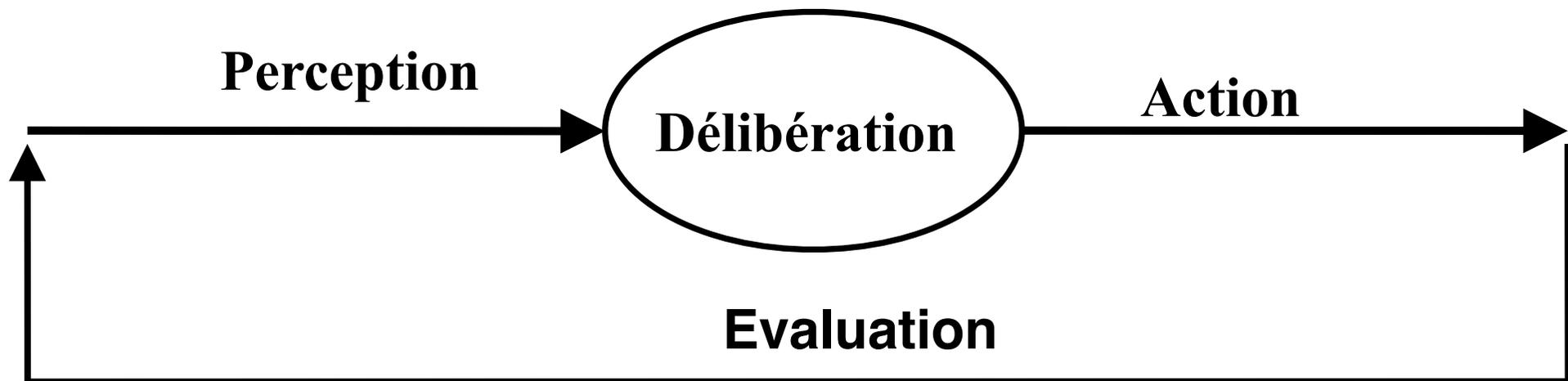
A-E-I-O



Un agent : propriétés de base

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

« processus de décision »
« rationalité »



PAS INDEPENDANT !!!

- Utilisation de concepts SHS
 - Trust (dans les réseaux connectés, les bases de données)
 - Belief Desire Intentions
 - « Intelligence collective » ?
 - Théorie de l'esprit de Minsky : on peut représenter les processus centralisés comme décentralisés
- Applications Robotiques (Mars)

Modèle de ségrégation

(Schelling Journal of Mathematical Sociology 1971)

- 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 définis: density and %-similar-wanted

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)

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.. ?

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 règles simples, donnant puis recevant une influence. On ne peut pas déduire les conséquences agrégées 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)

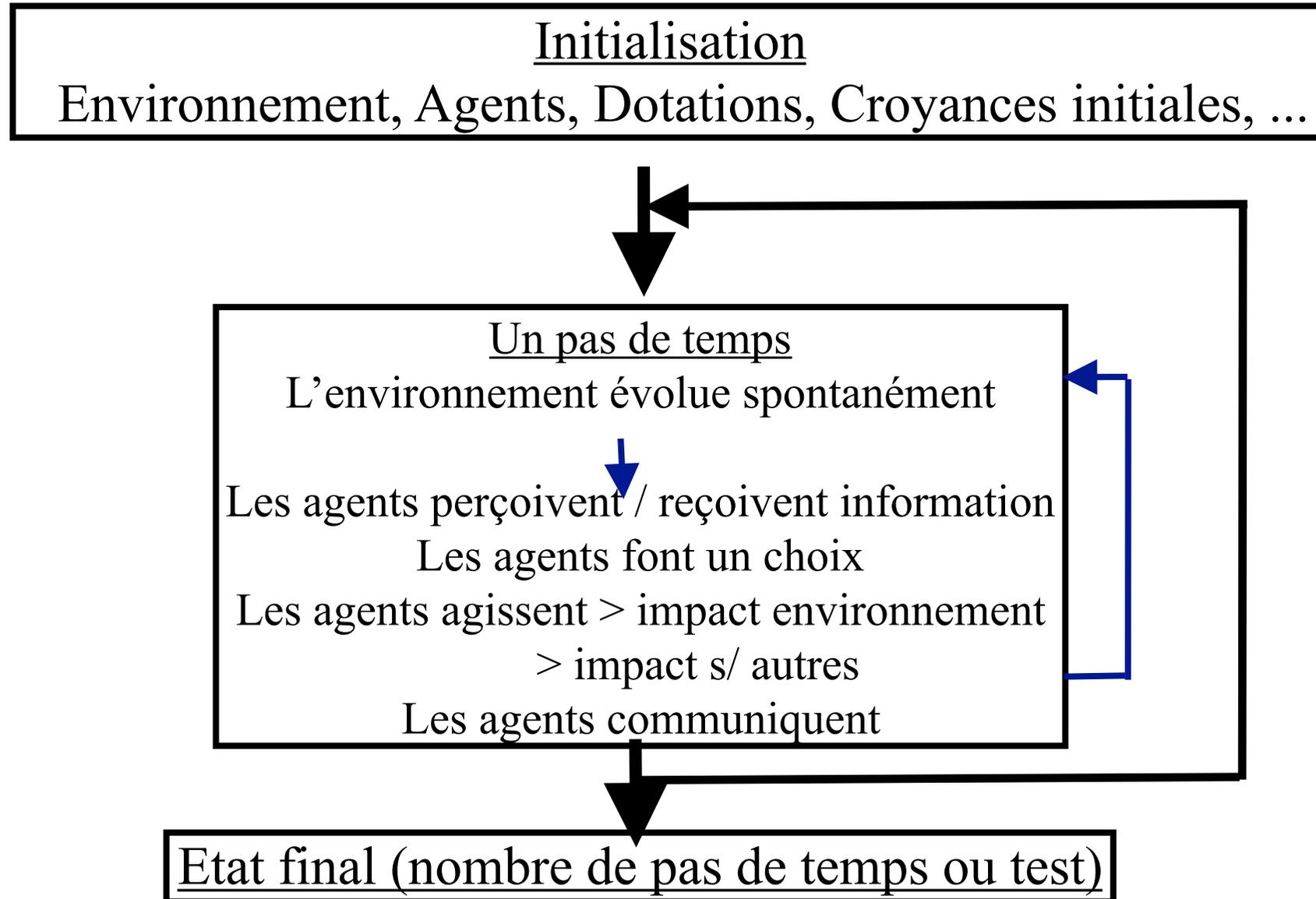
Une nouvelle façon de faire des sciences, qui n'est ni inductive, ni déductive, mais qui repose sur la capacité à construire une situation sociale sur la base d'interactions locales entre agents à connaissance limitée. (“Third way”)

«Situating an initial population of autonomous heterogeneous 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»

Simulation : évolution temporelle

Modèle (agents, environnement, interactions, organisation)

Paramètres (nombre d'agents, apprentissage, coûts, vitesse de repousse)



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

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, rétroaction de la structure émergente sur les actions possibles
- " 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)

Thématiques SHS > types de problèmes

- Marchés
 - " de biens, financiers -> influence structure - circulation information - rationalité des agents (en fonction produit)
 - " pénétration d'un produit, émergence de taux de change [coûts et bénéfices]
- Diffusion de normes, d'opinion, changements de préférences [non stratégique](i.e: Epstein - norme vs réflexion)
- Représenter le vrai apprentissage humain : comportements altruistes, partage de risque [indicateurs collectifs, réseaux, évolution]
- Socio-ecological system : analyser la dynamique sociale associée à une dynamique environnementale (pratiques culturelles, épidémies, ressources renouvelables)
- Trafic : représenter le trafic pour choisir comment le réguler

Vulnerability of Social Norms to Incomplete Information

Janssen, Ostrom, 2014

- But du modèle : étudier les conditions qui font que la **coopération conditionnelle** (caractéristique humaine établie) pousse vers le bien-être collectif
- Actions = bouger, savoir ce qu'est la règle, prélever ou non
Je prélève s'il y a assez de ressource autour de moi et elle n'est pas trop détruite
- Rationalité limitée :
 - information locale (par vision = perception des actions des autres)
 - pas de calcul d'intérêt (utilité) mais systèmes d'inférence et imitation des autres (non respect)
- Inférences : adaptation à la perception de la ressource - si la ressource est dégradée c'est que les autres n'ont pas respecté > je change ma croyance sur ce qu'est la norme

Principes généraux

30 X 30

20 agents

une unité max (token) de ressource par cellule - 50% des cellules à l'origine

Agent : vision, « norme » (nombre de tokens autour de moi sur la cellule)

Un pas de temps =

- collecter ou pas un token sur sa case
 - bouger sur une autre cellule
 - changer sa norme (threshold)
- + renouvellement de la ressource : réapparition stochastique d'un token sur une case vide (en fonction de la densité des cases autour $p_t = 0,01 * n_t / 8$)

Changer sa norme est un phénomène multiple :

perception : rayon r - je vois les actions des autres

inférence : si la ressource est rare c'est que les autres ont triché

Pas d'interaction directe entre agents

Initialisation norme = 4 (Ta est toujours un entier)

Possibilité de se tromper

Décision : s'il y a 4 tokens dans le voisinage-8 autour de moi, je collecte

Evolution de la norme :

- Niveau de ressource : l'attente de d la densité est à $T_a / 8$

si pas atteint $T_t = \lambda_1 * T_{t-1} + (1-\lambda_1) * (d * 8)$ sinon $T_t = \lambda_2 * T_{t-1} + (1-\lambda_2) * (d * 8)$

T_t est arrondi : T_A ($3.6 > 4$)

- observation directe des autres agents : on voit collecter dans son rayon et on infère la norme de celui qu'on observe

(même principe avec biais de confirmation)

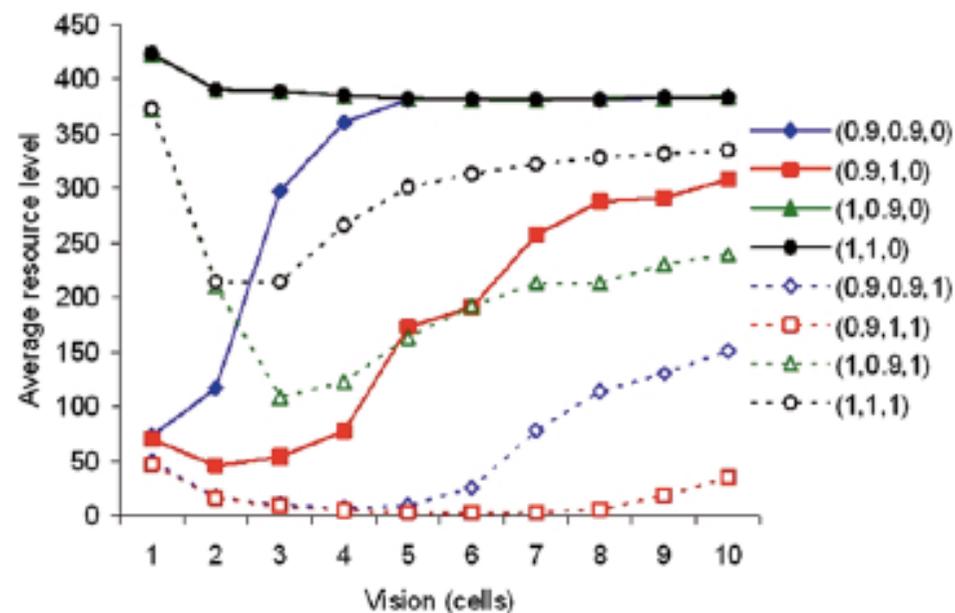


Fig. 9.2 The average resource size of the last 100 time steps of 1,000 time step simulation for each condition of $(\lambda_1, \eta_1, \text{number of egoists})$ for ten different levels of vision

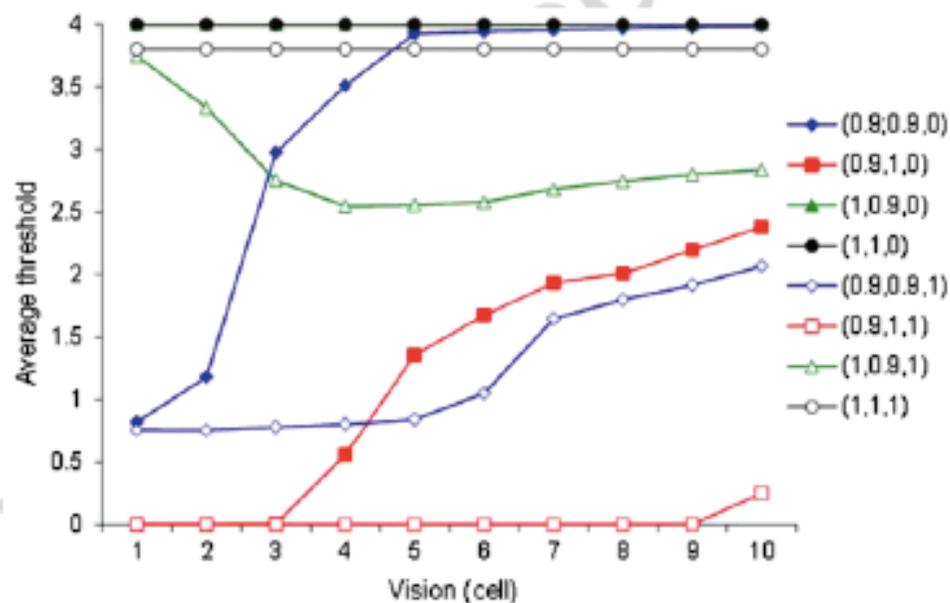


Fig. 9.3 The average threshold of the last 100 time steps of 1,000 time step simulation for each condition of $(\lambda_1, \eta_1, \text{number of egoists})$ for ten different levels of vision

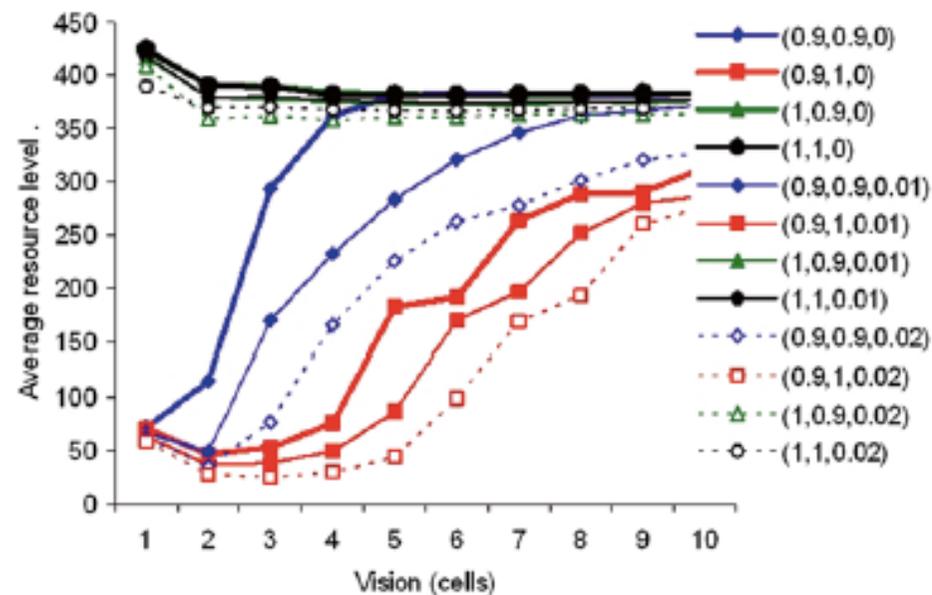


Fig. 9.4 The average resource size of the last 100 time steps of 1,000 time step simulation for each condition of (λ_1, η_1, p_e) for ten different levels of vision

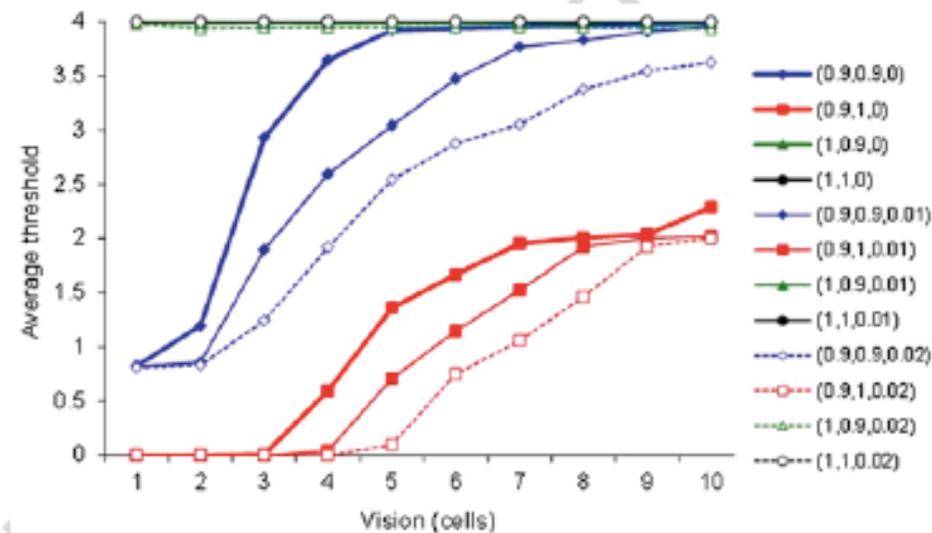


Fig. 9.5 The average threshold level of the last 100 time steps of 1,000 time step simulation for each condition of (λ_1, η_1, p_e) for ten different levels of vision

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

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 :
ambiguïté, pas d'unicité d'implémentation

beaucoup de modèles "ad hoc" - quelle accumulation ?

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**) - réplification - 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/>
- tout Epstein