

***Usages des simulations multi-agents  
en environnement***

***Nariné Udumyan  
Université de la Méditerranée - GREQAM***

# Description générale de l'outil

- ✦ L'outil ici est la “simulation agent”
- ✦ Epstein 2006: “generative social science” - si on produit soi-même un phénomène, on le comprend mieux
- ✦ les Sims - avec une interface un peu moins belle et la possibilité de mettre soi-même les hypothèses de comportement dans les agents
- ✦ Hypothèses sur les comportements, les interactions, l'apprentissage, l'information disponible > observation d’“émergences” -
  - ✦ A la fois déduction et induction

# Un exemple “simple”

- ✦ Schelling - netLogo. <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/12/1/6/appendixB/Schelling1969.html>

# Systemes complexes en sciences sociales (Simon, 61)

Emergence, auto-organisation : ce qui n'était pas défini dans les entités de base et qui apparaît au niveau global du fait des interactions.

Systeme

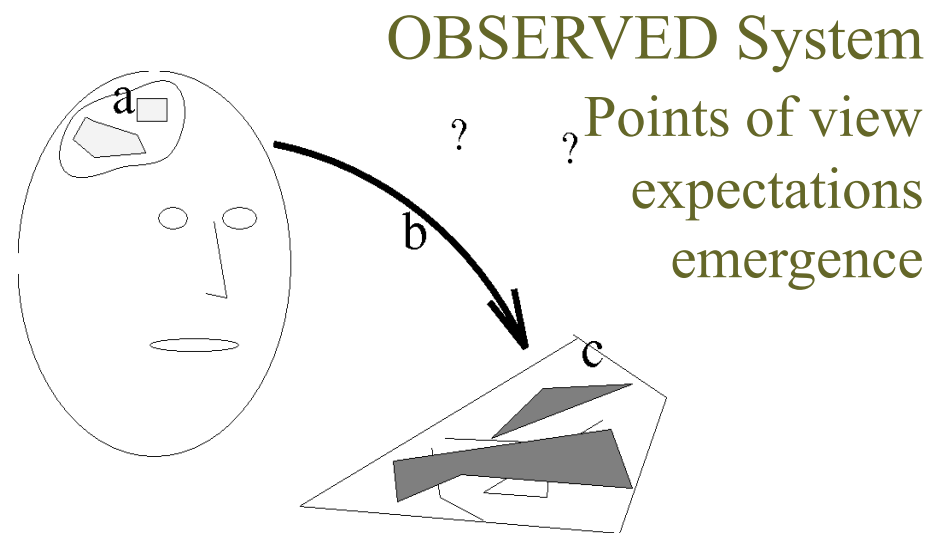
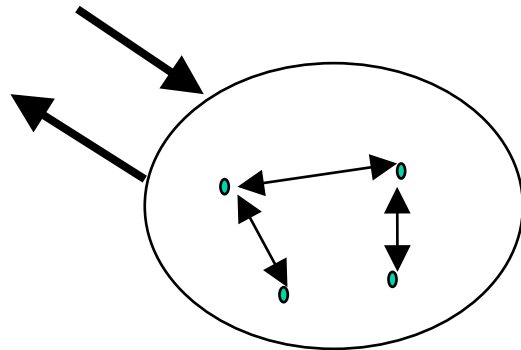
limites

entités interagissantes

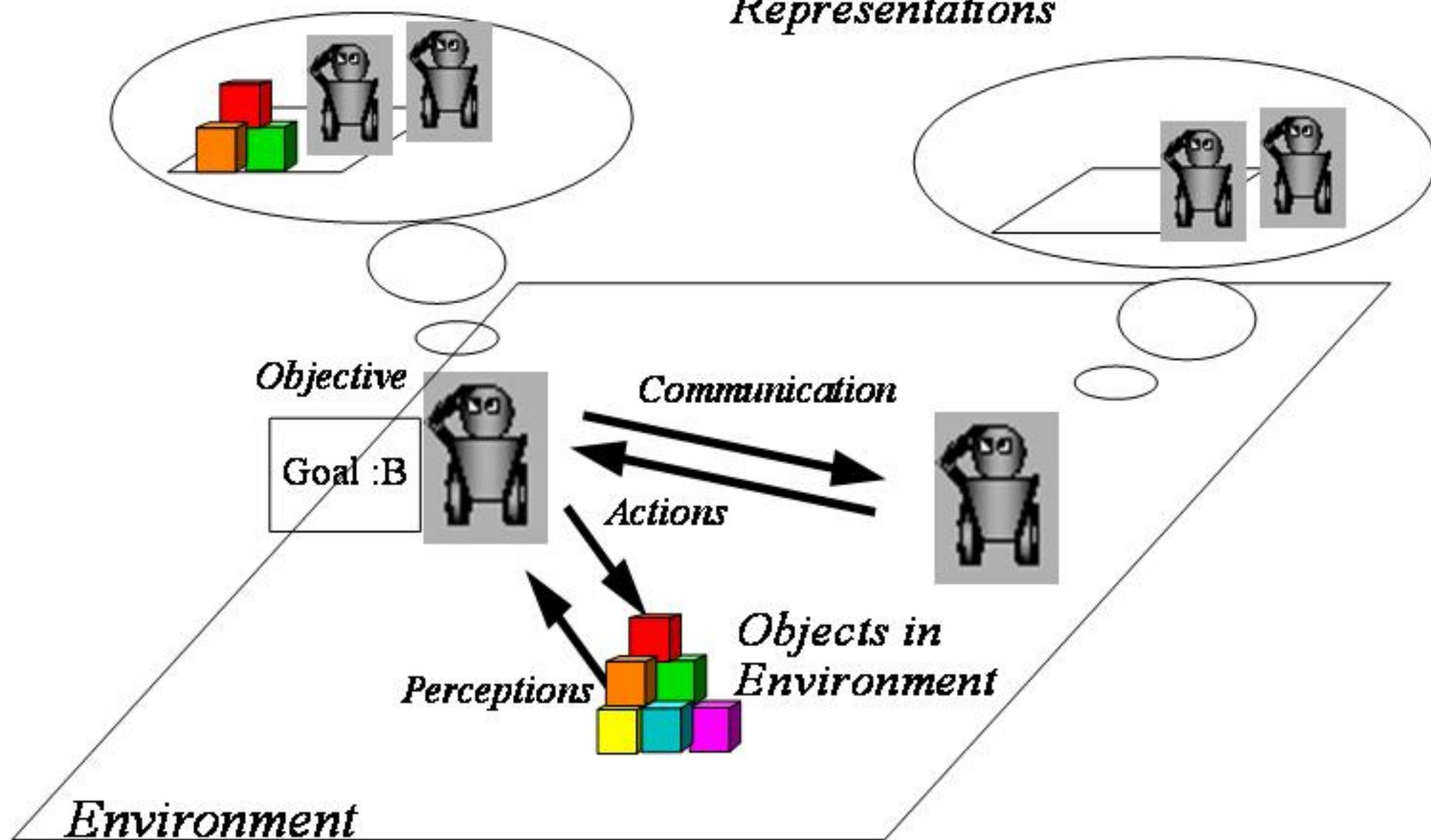
dynamique

contrôle

retroaction



## *Representations*



# Un modèle souvent cité : AEIO

## ★ Agents

Entité réelle ou virtuelle, autonome, à perception locale de son environnement, capable d'agir.

Perception partagée, image de soi et des autres, mémoire, buts, croyances.

## ★ Environnement

Objets : caractéristiques et évolution dynamique

Formalisés sur une grille (automate) ou un a network

## ★ Interactions

Groupes de communication, langage, protocoles de communication  
(ie : offre de compétences, réponse)

Interprétation des messages

## ★ Organisation

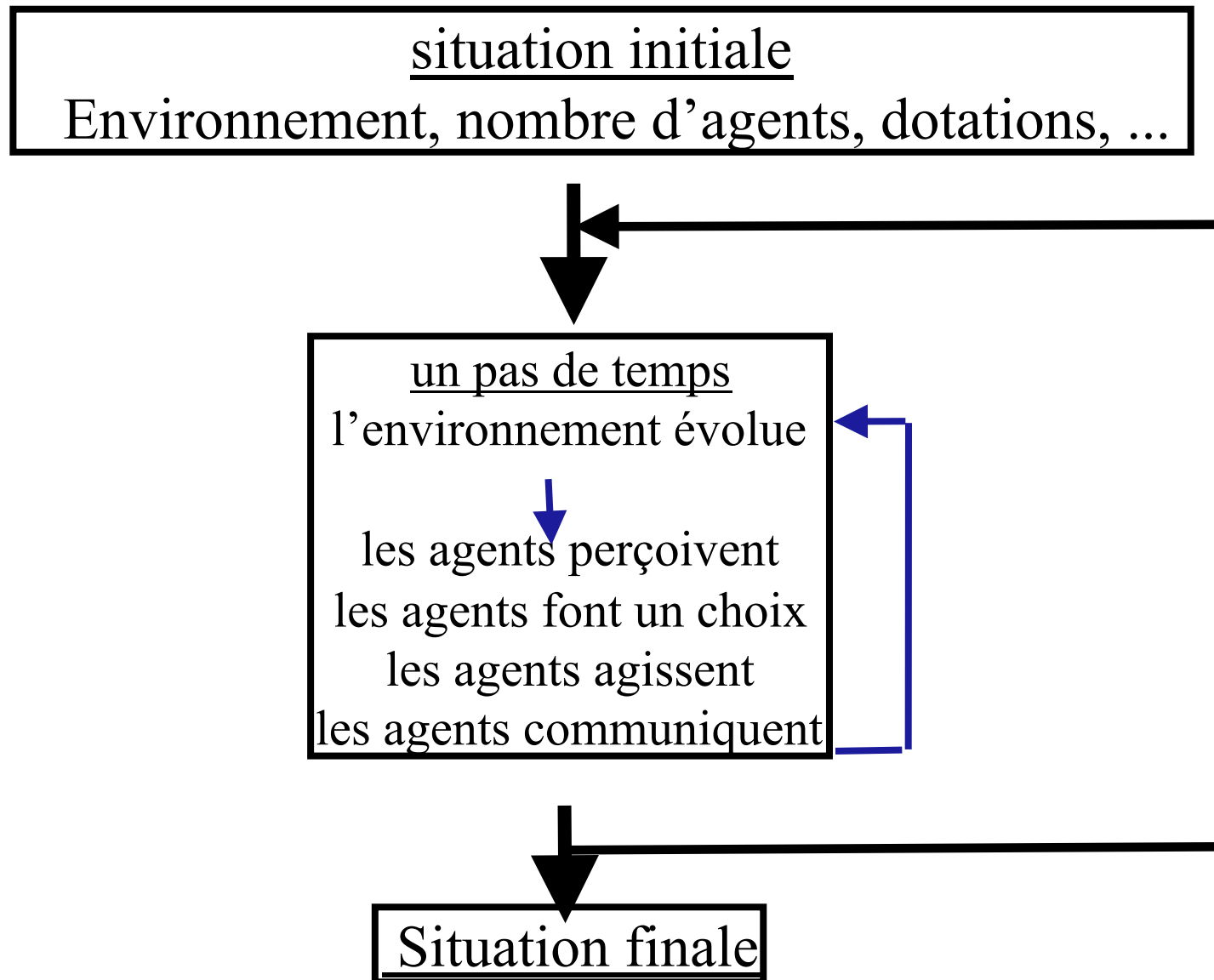
Corrélation dans l'évolution de certaines entités, organisation temporelle

Groupes, réseaux pré-définis, tâches, normes partagées, liens pour la communication

# Simulation : évolution temporelle

*modèle (agents, environnement, interactions, organisation)*

*Paramètres : nombre d'agents, apprentissage, réseau*



# Construction de modèles et simulation : une démarche intermédiaire

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

## Laboratoire virtuel

- 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 algorithm is that all vagueness must be eliminated ; the rules must describe operations that are so simple they can be executed by a machine"**



# 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 et 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**

# Apprentissage individuel

## " Renforcement

- Melioration (basé sur moyenne des gains)
- Roth-Erev
- Classifier system
- "Satisficing"

## " Belief learning

- Best response
- Fictitious play

# Apprentissage collectif

- " Imitation - copie sans évaluation
- " Social learning - copie de ceux qui font “mieux”
- " Evolution - sélection des stratégies par “fitness” comparée et reproduction des plus forts

# Erev-Roth

- " N actions ou stratégies
- "  $q_{ij}(t)$  tendance à jouer j au temps t pour i
- " Au début  $q_{ij}(1) = q_{ik}(1) = S(1)$  pour tout j et k et i
- "  $p_{ij}(t) = \exp(q_{ij}(t)) / \sum \exp(q_{ik}(t))$
- " Si i joue k et reçoit x, où  $R(x) = x - x_{\min}$ 
  - $q_{ij}(t+1) = (1 - \Phi)q_{ij}(t) + E_k(j, R(x))$
  - Avec  $E_k(j, R(x)) = (1 - \epsilon) R(x)$  si  $j=k$ 
    - Et  $(\epsilon / (N-1)) \cdot R(x)$  sinon
- " S (plus S est élevé plus l'apprentissage est lent),  $\Phi$  oubli,  $\epsilon$  experimentation

# An attempt to integrate path-dependency in a learning model



**NARINE UDUMYAN  
JULIETTE ROUCHIER  
DOMINIQUE AMI**

**GREQAM, Université de la  
Méditerranée**

# Introduction



- **Question posée:** Comment éviter la surexploitation des ressources halieutiques provoqués par l'absence d'information sur l'état du stock de poisson ?
- **Méthodes :** Élaboration d'un modèle agent de pêche artisanale
  - Hypothèse : unique information accessible aux pêcheurs sont les profits à chaque pas de temps
  - Pêcheurs sont des agents et sont dotés d'un apprentissage individuel (ici apprentissage par renforcement, Roth and Erev 1995)
- **Résultats :**
  - Apprentissage par renforcement où les agents associent leur profit présent à l'action présente conduit à l'exploitation économique de la ressource
  - Nous proposons d'étendre cet apprentissage en rajoutant la possibilité d'associer le profit présent à la fois à l'action présente et à l'action passée avec un certain poids
- **Conclusion:** L'apprentissage basée sur l'action passée permet aux agents d'éviter la surexploitation économique de la pêche

# Incertitude environnementale



- Selon la Tragédie des biens communs de Hardin (1968), la surexploitation d'une ressource commune est inévitable si elle est en accès
- De plus, l'absence d'information sur l'état de la ressource peut conduire à la surexploitation des ressources communes (Foddy *et al.*, 1999).
- Moins précis l'information sur l'état de la ressource, plus sévère est sa exploitation
- SMA permet d'étudier l'exploitation des ressources renouvelables dans le contexte où les agents possèdent peu d'information sur la ressource et sa dynamique
  - Le profit dépend des captures qui dépendent à leur tour de l'état de la ressource
- Agents = Pêcheurs
- Objet = Stock de poissons

# Modèle Agent



- Basé sur le modèle bioéconomique de Gordon-Schaefer où la dynamique de la ressource suit

$$X_t = X_{t-1} + F(X_{t-1}) - \sum_{i=1, N} H_t^i$$

- Hypothèses :
  - $H_t^i = q^i E_t^i X_t$  captures de l'agent  $i$
  - $F(X_{t-1}) = rX_{t-1}(1 - X_{t-1}/K)$
  - $\Pi_t^i = p H_t^i - c E_t^i$  profit de l'agent  $i$
  - Prix  $p$  and coût  $c$  sont fixés (prix exogène car petites pêcheries)
  - Zone unique
  - Nombre d'agents est statique (pas d'entrées/sorties : petites communautés gèrent l'accès à la ressource)
  - A chaque pas de temps, les agents prennent une seule décision : décision d'effort de pêche
- Nous supposons que les pêcheurs ne perçoivent pas le stock de poisson ni les autres pêcheurs
- Ils peuvent uniquement référer à leurs expériences passées sur le profit qu'ils ont tiré à chaque pas temps



# Variation du modèle Roth-Erev



- Nous considérons le présent =  $t$  et le passé =  $t-1$
- Variation de Roth-Erev :
  - Un agent attribue un certain poids aux actions passée et présente dans la formation du profit du pas de temps présent
- $q_{ij}(t+1) = (1 - \varphi)q_{ij}(t) + \theta(1 - \varepsilon)R(I) + (1 - \text{sgn}(\theta)) \varepsilon R(I)/(N - 1)$ , if  $j = C$
- $q_{ij}(t+1) = (1 - \varphi)q_{ij}(t) + (1 - \theta)(1 - \varepsilon) R(I) + (\text{sgn}(\theta - 1) + 1) \varepsilon R(I)/(N - 1)$ , if  $j = P$
- $q_{ij}(t+1) = (1 - \varphi)q_{ij}(t) + \varepsilon R(I)/(N - 1)$ , if  $j = NC$

# Calibration des paramètres du modèle



**Table 1.** Cas d'étude de pêche à Marseille  
(Berthou et al., 2001; Jouvenel and Faure, 2005; FAO, 1999)

| Resource  | Parameter values | Unit                                  |
|-----------|------------------|---------------------------------------|
| $r$       | 0.0008           | -                                     |
| $K$       | 500              | tons                                  |
| $p$       | 15               | k€ per ton                            |
| $X_0$     | 100              | tons                                  |
| Fishers   | Parameter values | Unit                                  |
| $E$       | -                | 1 net piece of 100 m or 20 fish hooks |
| $k$       | 0.000005         | -                                     |
| $c$       | 0.004            | k€ per unit of effort                 |
| $E_{max}$ | 400              | 1 net piece of 100 m or 20 fish hooks |

- Nombre d'actions  $n = 41$
- $\varphi = 0.1$  and  $\varepsilon = 0.1$  (Erev and Roth, 1998)
- Nous faisons varier  $\theta$ : 0, 0.1, 0.25, 0.5, 0.75 and 1

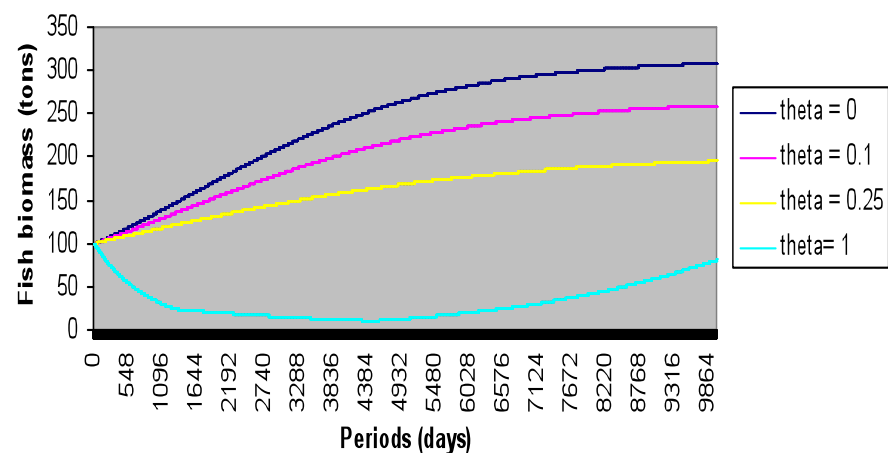
# Simulations



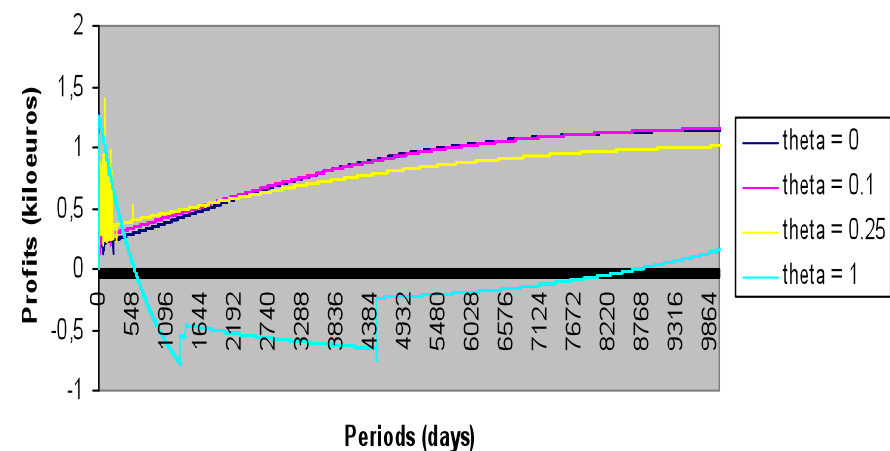
- 2, 8 et 16 agents dotés des paramètres identiques (économique et apprentissage)
- 100 simulations et 10000 périodes
- Nous observons les indicateurs suivants :
  - Pourcentage de simulations profitables ( $\text{profit} > 0$ );
  - Biomasse de la ressource à la dernière période;
  - Profits totaux;

# Simulation results

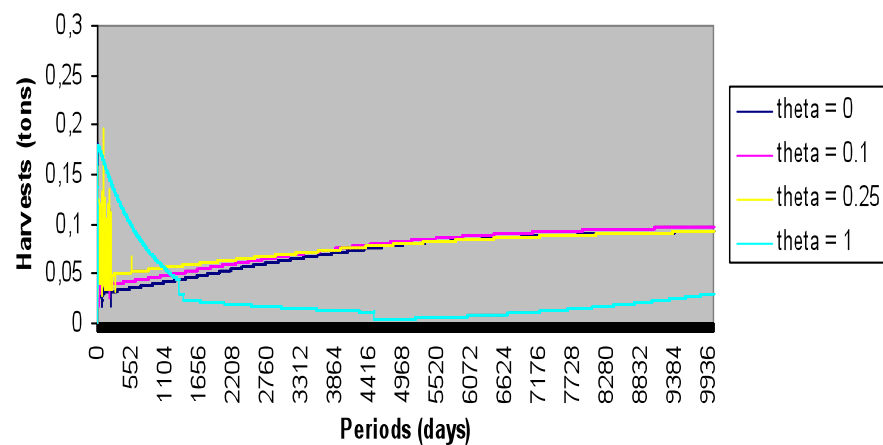
## Evolution of the Resource



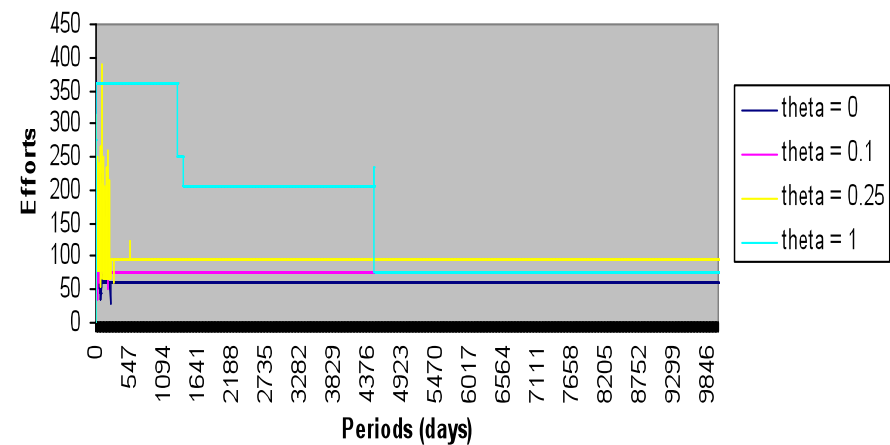
## Evolution of Total Profits



## Evolution of Total Harvests



## Evolution of Total Efforts



# Résultats



- Pêcheurs qui basent leur choix sur le passé arrive à ne pas surexploiter la ressource “économiquement”
- Contreintuitif car action passée a aussi impact mais peut être expliqué par l’impact des actions passées sur l’état actuel de la ressource
- Ce faux signal permet aux agents d’éviter les profits non positifs
- Plus d’agents plus sévère est l’exploitation de la ressource

**Table 2.** Indicateurs sur 100 simulations pour  $N = 2, 8$  and  $16$ .

|                   | 2 Agents                                          |                                            |             | 8 Agents                                          |                                            |             | 16 Agents                                         |                                            |             |
|-------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------|
| Value of $\theta$ | Number of agents that do not exploit the resource | Number of agents that exploit the resource | Mean profit | Number of agents that do not exploit the resource | Number of agents that exploit the resource | Mean profit | Number of agents that do not exploit the resource | Number of agents that exploit the resource | Mean profit |
| 0                 | 83                                                | 254                                        | 0,8473      | 100                                               | 204                                        | 0,8776      | 100                                               | 184                                        | 0,8979      |
| 0.1               | 72                                                | 217                                        | 0,8532      | 84                                                | 156                                        | 0,7404      | 72                                                | 133                                        | 0,639       |
| 0.25              | 40                                                | 210                                        | 0,8535      | 38                                                | 131                                        | 0,612       | 37                                                | 92                                         | 0,3586      |