

INTRODUCTION A LA SIMULATION MULTI-AGENTS

A TRAVERS

L'EXEMPLE DE SUGARSCAPE

Growing Artificial Societies ; Social Science from the Bottom Up

Joshua M. Epstein ; Robert Axtell

MIT Press Cambridge Mass 1996.

1. Introduction

Comment l'ensemble des comportements individuels engendrent-ils des règles de comportements sociaux ?

Afin de simuler l'évolution des sociétés, les spécialistes en sciences sociales définissent un système basé sur l'utilisation d'agents. Ces agents dotés de caractéristiques particulières simples évoluent dans un environnement donné. Ceci dans le but de créer des sociétés artificielles qui seront le siège de nombreuses expériences. Certaines caractéristiques peuvent être fixes (durée de vie, propriétés intrinsèques) et d'autres peuvent être modifiées au cours de la vie des agents (variables d'évolution) selon l'environnement dans lequel les agents évoluent ou selon les contacts qu'ils peuvent avoir avec ceux qui les entourent. Il y a donc trois types de règles, les règles qui couplent les agents entre eux (combat, commerce), celles qui couplent les agents à l'environnement (regarder aussi loin que possible, trouver les endroits les plus riches en nourriture) et enfin celles qui couplent les différents types d'environnement entre eux (la production des richesses dans un environnement peut dépendre du niveau de ressource des environnements voisins).

Le modèle développé est Sugarscape, il est basé sur la distribution spatiale des ressources en sucre. La distribution dépend du relief, certaines zones seront riches et d'autres pauvres. Ici les agents naissent avec la vue, un métabolisme et d'autres propriétés génétiques. Les agents regardent aussi loin que leur permet leur vue, trouvent les points riches en sucre, le mangent et l'intègrent à chaque déplacement.

Définir des règles permet d'obtenir différents réseaux d'agents ayant les mêmes comportements sociaux ou des comportements compatibles. Après avoir expliqué le fonctionnement précis de Sugarscape, nous expliquerons comment l'ajout de règles simples conduit à un résultat parfois inattendu et enfin nous nous intéresserons plus particulièrement aux relations de voisinage.

2. Un premier modèle simple

Un repère définit le réseau, l'environnement sur lequel on place à chaque coordonnée un niveau et une capacité de sucre, la capacité étant la valeur maximale que le niveau de sucre peut avoir en ce point appelé site.

Les agents consomment et collectent le sucre, en réduisant la quantité disponible. Nous allons définir une règle de régénération du sucre.

$G \alpha$: Sur chaque site le sucre augmente d'une quantité α par unité de temps jusqu'à la capacité de cette position.

Pour ce qui est des agents ils ont, comme nous l'avons dit, des caractéristiques et des règles. Chaque agent a un métabolisme et un niveau de vision différents :

- Le métabolisme correspond à la quantité de sucre nécessaire pour un agent par période (Métabolisme de 1 à 4).
- La vision ne peut s'effectuer dans les directions horizontales et verticales. Une vision v signifie que l'agent peut voir de v unités dans une direction (de 1 à 6).

Il n'y a pas de limite à la quantité de sucre accumulable par agent.

On définit une première règle pour l'agent :

Règle de mouvement M :

- Regarde dans les 4 directions principales aussi loin que le permet ta vision et note où se situe le plus de sucre.
- Sélectionne le site le plus proche sur laquelle se situe le sucre.
jusqu'à cette site
- Collecte le sucre.

A chaque période l'agent consomme du sucre et en collecte. S'il en consomme plus qu'il n'en collecte il meurt. Sinon il vit indéfiniment.

Pendant une période tous les agents, distribués au hasard sur l'environnement, bougent selon un ordre quelconque.

Le premier modèle que nous allons étudier considère que les sites sont toujours à leur capacité maximum. C'est à dire que l'on utilise la règle $G\infty$.

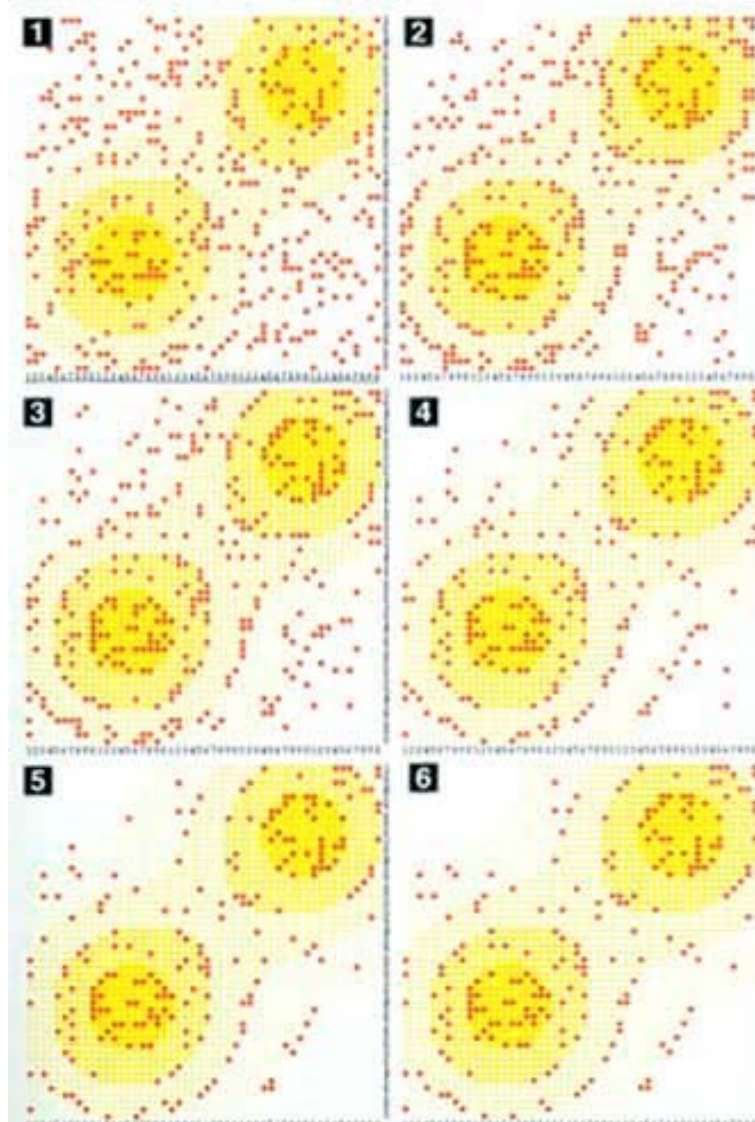
($G\infty$, M)

On observe les résultats de la simulation sur une suite de clichés représentatifs de l'évolution de l'environnement et surtout de celle des agents.

Il y a un phénomène de mise à l'écart de certains agents qui ne peuvent s'évader d'une zone du fait de leur faible vision et de la faible capacité des sites. Dans ce modèle il y beaucoup plus de survivants que lorsque la règle G ne permet pas une trop grosse augmentation de la quantité de sucre sur un site. Ainsi un modèle avec une règle $G1$ sera plus dynamique.

Figure 1

Animation II-1. Societal Evolution under Rules $\{G_{\alpha}\}, \{M\}$ from a Random Initial Distribution of Agents

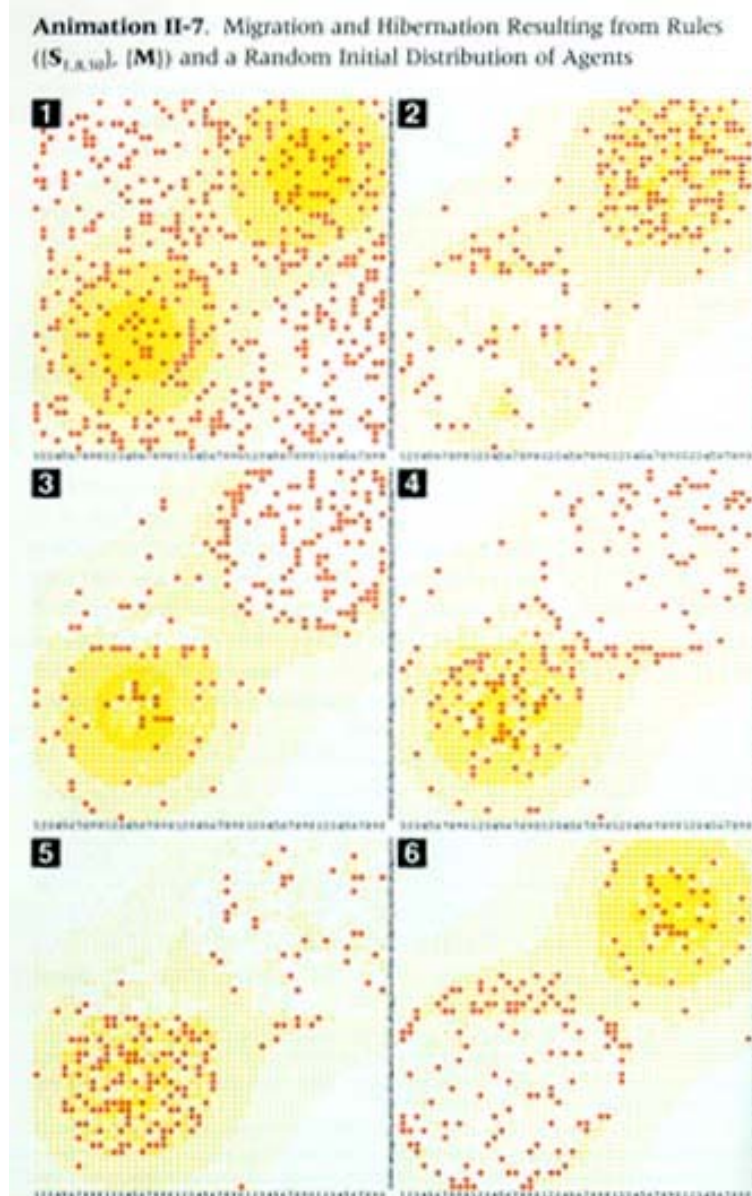


3. Un deuxième modèle : la migration

- **Migration saisonnière**

Dans le modèle de migration, les règles sont celles développés dans le modèle précédent. On ajoute une variation saisonnière du taux de développement du sucre. Cette variation cyclique du sucre dans l'environnement sera différenciée : quand la partie supérieure sera en été (pousse rapide), la partie inférieure sera en hiver (pousse très lente).

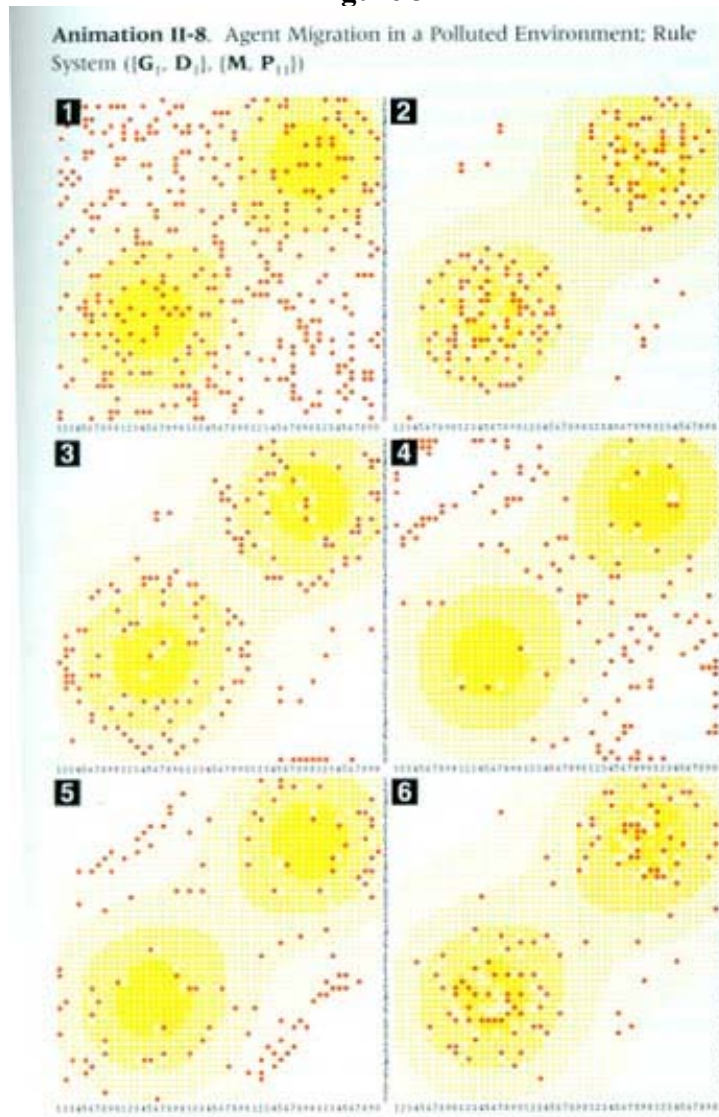
Figure 2



Lors de la mise en simulation, comme prévu, il y a un plus fort taux de mortalité : ceux qui n'ont pas une vision assez longue et un métabolisme élevé ne survivent pas à l'hiver. Ceux qui ont une vision longue migrent et rejoignent l'autre zone. On peut comparer cette réaction aux migrations des oiseaux. Plus surprenante est la survie des agents possédant une faible vision et un métabolisme lent. Ceux-ci réussissent à survivre malgré la quasi disparition des ressources : on peut comparer ce mode de survie à une hibernation.

Une autre manière de faire apparaître une migration serait d'introduire une modélisation de la pollution. On peut la définir ainsi : Une pollution apparaît à l'endroit de la récolte et/ou de la consommation du sucre en fonction du taux de pollution du tour précédent et d'un facteur de diffusion dans l'environnement. Les agents réagissent d'une manière simple à la pollution : le choix de mouvement est désormais basé sur le rapport quantité sucre/pollution et non plus sur la quantité de sucre uniquement.

Figure 3



- **Migration « culturelle »**

L'augmentation du réalisme de la simulation passe par la modélisation de relations inter-agents proches d'un modèle social.

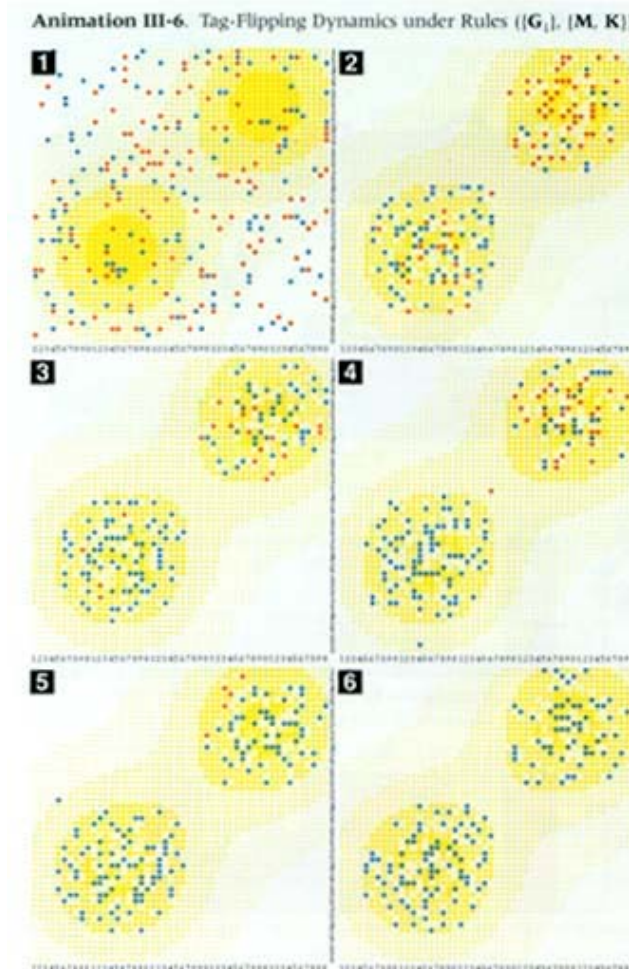
Chaque agent possède maintenant, en plus de ses caractéristiques initiales de vision, métabolisme et mouvement, une étiquette sociale (couleur bleue ou rouge).

Cette étiquette peut changer en fonction des étiquettes des voisins. Si un agent a pour voisin un agent de l'autre couleur, ce voisin change de couleur.

La règle introduite est suffisante pour aboutir à des races séparées. Deux solutions se proposent pour l'évolution de cette « société », soit chacune des deux couleurs prend possession d'un îlot de sucre et chacune des 2 races perdurent, soit une race prend totalement le pas sur l'autre et il ne reste plus finalement qu'une couleur sur l'environnement. C'est cette solution qui est représentée sur la figure 3.

Rem : il faut noter que l'on n'a pas introduit dans le modèle de reproduction des agents, celle-ci si elle avait été introduite aurait augmenté la population d'agents et il n'y aurait donc plus pu avoir deux îlots séparés à cause du manque d'espace.

Figure 4



La figure 4 présente l'évolution de la fraction d'agents bleus en fonction du nombre d'itération. Après des oscillations initiales et après 2700 itérations, la population considérée est entièrement bleue.

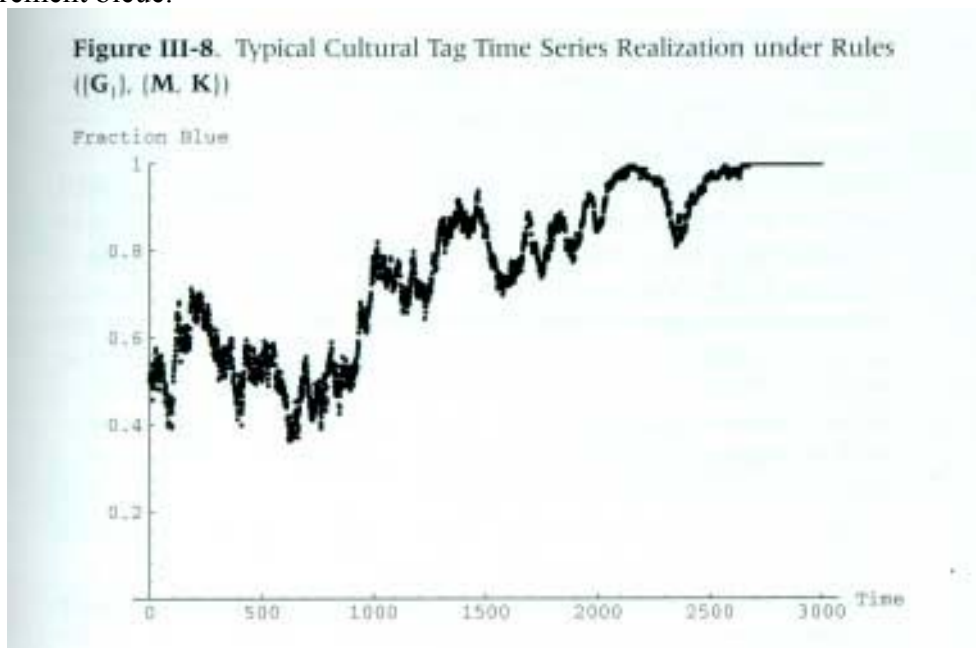
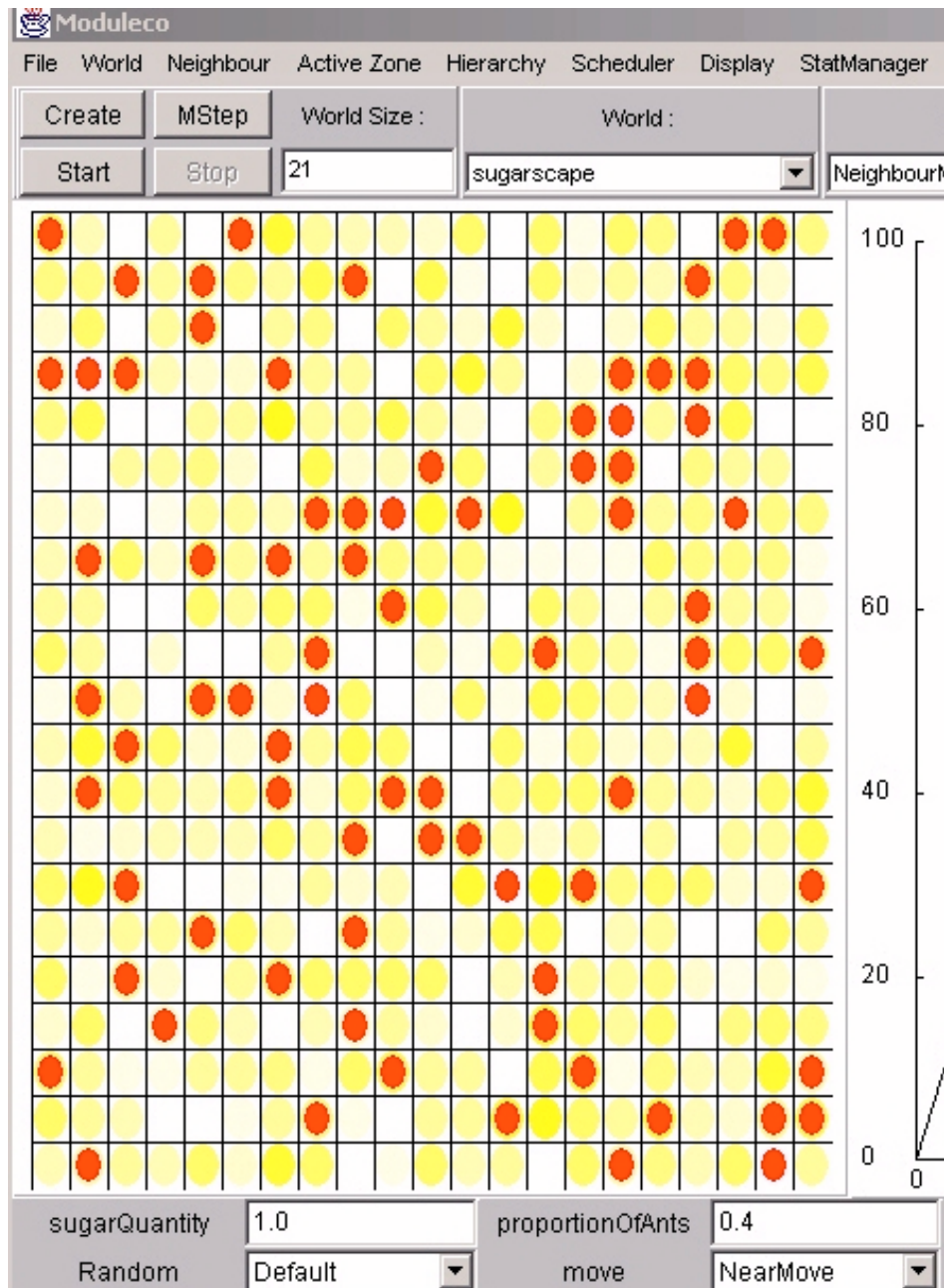


Figure 4

4. Conclusion

L'intérêt de la simulation multi-agents réside dans la définition de règles toutes simples (presque triviales) qui permettent d'aboutir à l'émergence de structures sociétales parfois inattendues mais souvent réalistes. Ce type d'approche expérimentale va en contresens de l'approche scientifique classique, qui à partir d'observations du phénomène tente d'en retrouver les causes. Cependant les réussites de ces simulations nous forcent à admettre que cette approche est fondée.

Sugarscape ** sur MODULECO *



* <http://www-eco.enst-bretagne.fr/~phan/moduleco/>

** J.M. Epstein, R. Axtell Growing Artificial Societies, Social Science from Bottom Up; Brooking Insution. press Washington D.LC. & MIT Press, Cambridge Mass.
<http://www.brook.edu/sugarscape/>