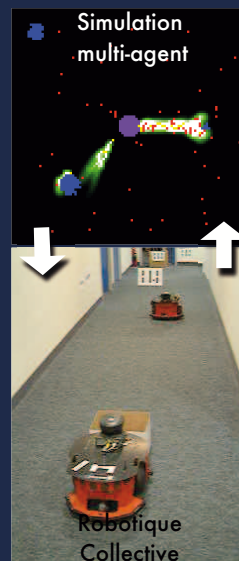


Systemes multi-agents et Géographie

Introduction

- Professeur d'informatique à Paris 6 (LIP6) et maintenant DR à l'IRD (Geode).
- Domaine de recherche depuis 1992 : Systemes Multi-Agents
- A l'IRD, "Conception participative de simulations sociales"



Plan

Définition(s)

Thèse

- Utilisation des systèmes multi-agents en Géographie

Antithèse

- Utilisation de la Géographie dans les systèmes multi-agents

Synthèse

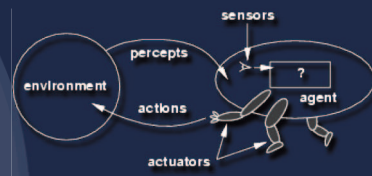
- Les recherches communes

3

Définition

● **Agent** = “*Tout ce qui peut être vu comme percevant son environnement à l'aide de capteurs et agissant sur cet environnement à l'aide d'effecteurs, de façon autonome*”

● **SMA** = Ensemble d'agents capables de s'organiser pour accomplir collectivement leurs fonctionnalités.



© Russell & Norvig, "AI, a modern approach", Prentice-Hall, 1995

4

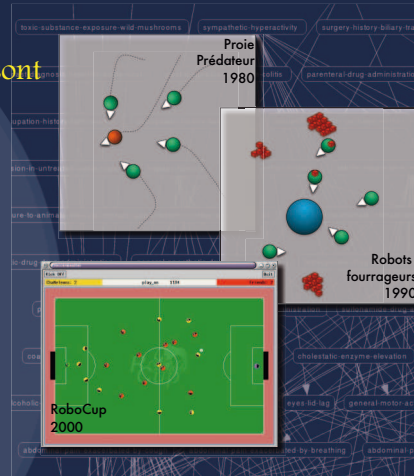
SMA et “environnement”

Introduction explicite de la notion d’environnement en IA : les agents sont des systèmes “situés”

- médium de communication
- espace topologique

L’environnement leur impose progressivement des contraintes :

- accessible ou inaccessible
- déterministe ou stochastique
- épisodique ou séquentiel
- statique ou dynamique
- discret ou continu
- immuable ou modifiable
- partagé ou réservé
- avec ou sans lois



Simulation multi-agent

Les SMA sont connus en Géographie

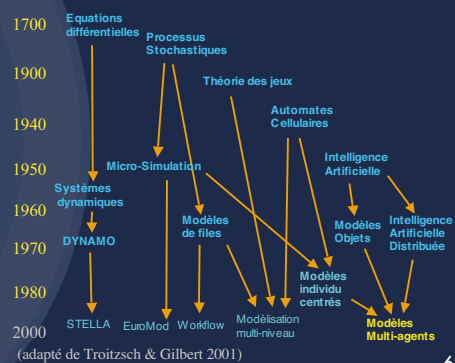
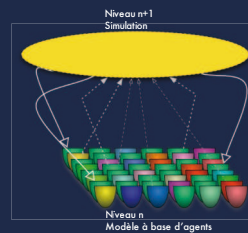
- outils de modélisation/simulation de systèmes complexes dynamiques.

Modéliser par des agents les entités élémentaires d’un niveau d’organisation pour

- en décrire les interactions,
- recomposer à partir d’elles les dynamiques de niveaux supérieurs

Pouvoir explicatif

- comprendre l’impact des comportements individuels sur les phénomènes collectifs dans les situations où il n’est pas possible de le mesurer de façon déductive ou analytique



Simulations : exemple 1

Projet SimPop2

- L. Sanders/D. Pumain
- Présentation de B. Glisse (hier)

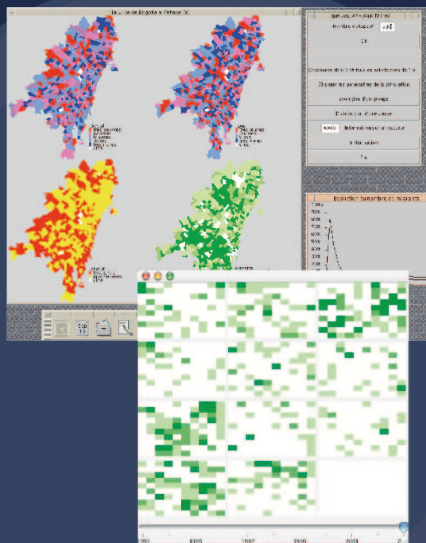
Les villes sont des agents placées dans un espace physique

- dotés de fonctions variées
- de capacités d'échanges et d'interaction

La dynamique d'évolution et d'adaptation de l'ensemble (région, pays, continent) devient émergente, générée par les interactions entre agents

7

Simulations : exemple 2



Dynamique des migrations intra-urbaines à Bogota

- M. Piron / F. Dureau
- Thèses de D. Vanbergue, J. Gil Quijano
- 2 présentations (hier)

Plusieurs niveaux possibles d'abstraction

- agents = ménages + logements
- agents = groupes

Complémentarité avec AC, classification

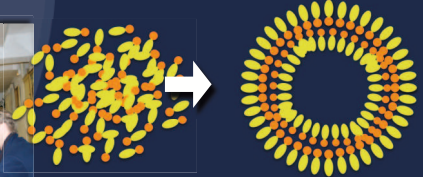
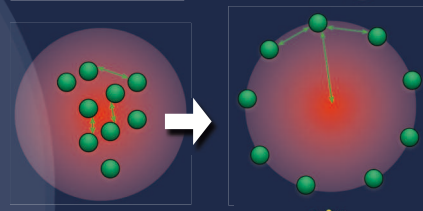
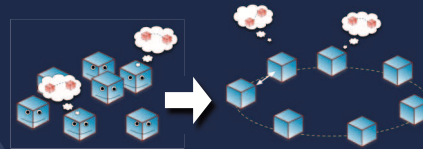
8

● ● ● SMA et “organisations”

● Pourquoi faire de la simulation en informatique ?

● Organisations conçues à partir de métaphores

- sociologiques (coopération, négociation, etc.),
- biologiques (intelligence en essaim, etc.)
- physico-chimiques (auto-organisation, etc.)



9

● ● ● Plus précisément...

● Pourquoi s'intéresser précisément à la Géographie ?

- Rapport avec la “gestion” de leur environnement par les agents ?

● Faisons un détour par...



● ● ● L' "espace" d'un robot

- **Projet MICRobES**

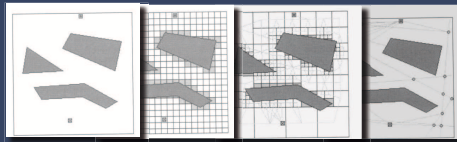
- LIP6, 1999/2002

- **Environnements de bureau**

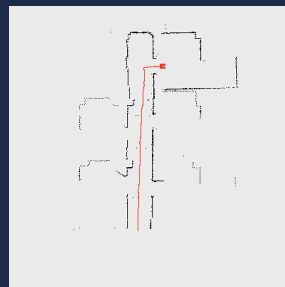
- a priori simples

- **On représente (on cartographie) pour permettre le déplacement.**

- à partir des percepts disponibles
- pour planifier les parcours



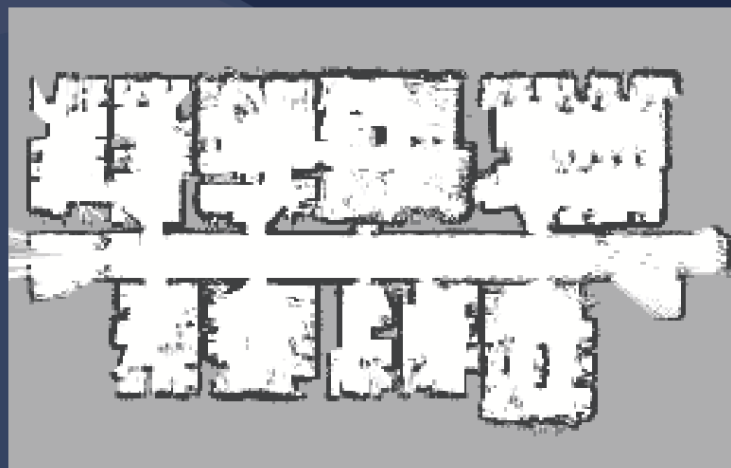
Locaux du LIP6, rue du Capitaine Scott, Paris, 2001.



Grilles d'occupation obtenues par sonar (cases de 10x10cm)

1

● ● ● Cartes métriques



© LIP6/MIRIAD - L. Hugues, F. Sempé

L' "espace" d'un robot



Cet environnement est inégalement intéressant

Représenter les lieux

- vitaux (recharge)
- dangereux (ascenseurs)
- potentiellement dangereux (toilettes)
- liés à l'activité (copieurs, etc.)

○ Thèses de L. Hugues, N. Bredèche au LIP6.

13

Cartes topologiques



© LIP6/MIRIAD - L. Hugues, F. Sempé

L' "espace" d'un robot



- Cet environnement est complexe et dynamique

- activités humaines
- activités des autres robots
- incidents
- lois sociales d'usage

- Représenter pour permettre un fonctionnement acceptable dans des groupes sociaux...

- Thèses de S. Picault, F. Sempé, A. Muñoz au LIP6

15

Cartes dynamiques

- Espace physique
- Lieux d'intérêts
- Lieux dangereux
- Usage(s)
 - Humains
 - Robots
- Régularités



- On est vraiment très proches des problématiques de la Géographie (humaine ?)

- Vrai pour tous les SMA (y compris logiciels)

16

● ● ● Synthèse provisoire

● Géographie utilisant "SMA"

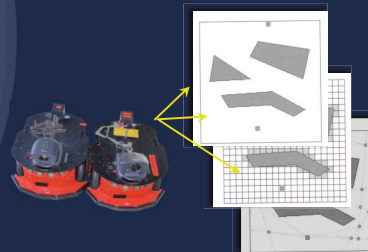
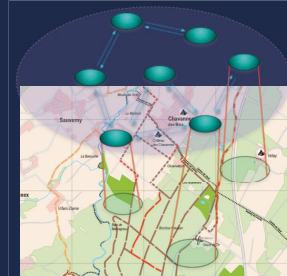
- Modélisation, simulation
- Approches multi-niveaux
- Pas d'autonomie réelle des agents

● SMA utilisant "Géographie"

- Représentation de l'environnement
- Construction de plans, cartes
- Pas de réelle analyse spatiale

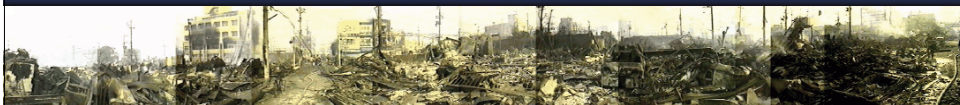
● Quelles recherches communes ?

- Robocup Rescue
- Conception participative de simulations



17

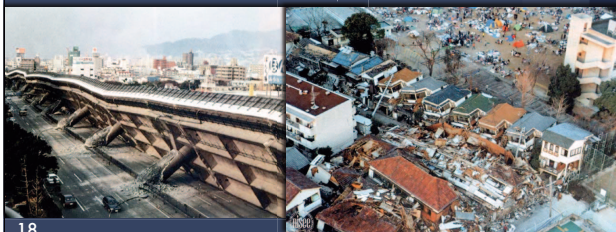
● ● ● Robocup Rescue 1



Tremblement de terre de Nagata, Tokyo, 1923



Tremblement de terre de Kobé, 1995



18

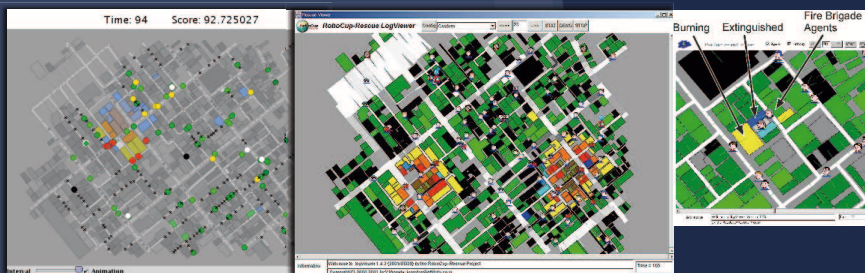
● Kobé : infrastructures touchées, 6000+ décès.

- Mauvaise organisation des services d'urgence.
- Difficultés d'intervention du secours dans les 24h.
- Diffusion d'informations contradictoires auprès de la population.

Objectifs de RR:

- modéliser et simuler impacts
- concevoir des modèles d'organisation des urgences
- concevoir de nouveaux systèmes autonomes de secours

Robocup Rescue

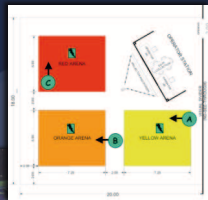


Compétitions de simulation

- SMA logiciels pour trafic, secours, coordination, etc.
- <http://www.rescuesystem.org/robocuprescue/>

19

RoboCup Rescue



Compétition de robots

- Dans une "arène" standard construite par le NIST
- 6 compétitions depuis 1995
- excavateurs, premiers secours
- scouts, sauveteurs
- <http://robotarenas.nist.gov/>

20

RoboCup Rescue



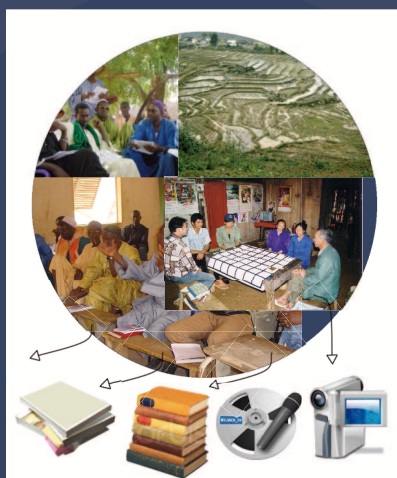
● Objectif : marier les deux approches en un système global de gestion, coordination, information et intervention

- SIG mis à jour en temps-réel
- coordination de robots et d'humains
- simulation multi-agent pour scénarios et prévision
- intégration avec systèmes de gestion de crises, d'aide à la décision

● "Big Big Project" ! (1 milliard de \$)

21

Conception participative 1



● Gestion collective de ressources naturelles

● Utilisation de simulations pour

- aide à la décision
- aide à la négociation sur le partage
- aide à la résolution de conflits
- cf. ComMod, CIRAD, Bousquet & al.

● Mais, connaissances des acteurs sociaux difficilement formalisables

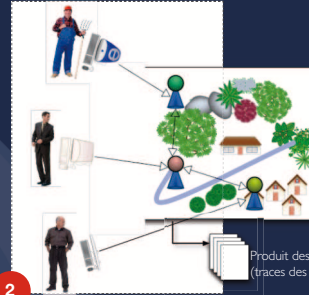
- Nécessité de les faire "participer" à la conception de la simulation

22

Conception participative 2

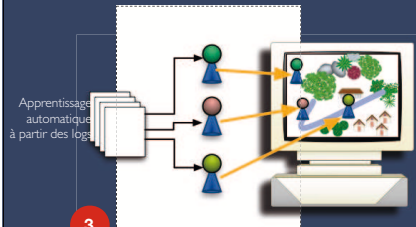


1 Modélisation orientée-agent



2 Jeux de rôles médiés par ordinateur

Produit des ensembles de logs (traces des acteurs sociaux)



3 Simulation orientée-agent



4 Conception participative

Les agents affinent leur comportement par interactions avec leur "tuteur"

23

Conception participative

- **Marché du café à Veracruz**
 - SimCafé, Guyot 2003, LIP6
- **Gestion partagée des surfaces de pâturage, Vietnam**
 - PAT, Boisseau 2003, IRD/CIRAD
- **Négociations entre éleveurs et agriculteurs, St Louis, Sénégal**
 - SelfCormas, D'Aquino 2002, CIRAD
- **Gestion des conflits entre éleveurs et forestiers**
 - SylvoPast, Etienne 2001, INRA
 - Etienne/Guyot/Drogoul 2004, IRD/INRA/LIP6



24

Conclusion

Les rapports entre SMA et Géographie ne sont pas univoques!

- Plus l'environnement dans lequel se situent les agents est complexe, plus les SMA vont avoir besoin des concepts et méthodes issues de la Géographie.
- Plus la Géographie s'intéressera à des processus dynamiques et à leur compréhension, plus elle aura besoin des SMA...