

CRÉM
CNRS
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ PARIS SORBONNE

Systemes multi-agents et réseaux informationnels : de la modélisation et l'aide à la décision

Denis Phan

GEMAS, UMR 8598 CNRS-Université de Paris IV-Sorbonne
et CREM, UMR 6211 CNRS-Université de Rennes 1, France

Séminaire « Instabilité des Systemes d'Information et de Décision dans les Organisations »
Jeudi 7 Juin 2007, ENITIAA, Nantes

dphan@msh-paris.fr
www.emst-bretagne.fr

CRÉM
CNRS
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ PARIS SORBONNE

Systemes multi-agents pour la modélisation et l'aide à la décision

- Qu'est-ce qu'un agent et un système multi-agents (SMA) ?
 - Avec quoi simuler ? plates-formes versus modèles ad-hoc, types de logiciels multi-agents et « philosophie » d'utilisation des SMA
 - Agent-system design : organisation design, agent design
 - Agent cognitif, émergence et vision « intégrale » (4Quadrant)
 - Modélisation et simulation dans les SMA
- Un exemple (générique) d'application à au cas d'une réseau informationnel : expertise et implémentation
 - Etudier les réseaux d'interactions (1) les « petits mondes »
 - Etudier les réseaux d'interactions (2) évaluer la robustesse des configurations résiliaires et les potentialités de création de valeur
- Conclusion - modélisation, simulation : des démarches complémentaires de conceptualisation et d'expérimentation

dphan@msh-paris.fr 2

CRÉM
CNRS
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ PARIS SORBONNE

Qu'est-ce qu'un agent et un système multi-agents ?

- Un « agent » est une entité logicielle relativement autonome pouvant percevoir de l'information sur son environnement, communiquer et agir.
 - Les « actions » d'un agent peuvent être motivées par des objectifs, conditionnées par des ressources, des compétences et l'information disponible.
 - Un agent « cognitif » peut être doté de capacités de représentation variables selon sa position dans la hiérarchie cognitive* des agents
- Un système multi-agents comprend un environnement, un ensemble d'objets dont les agents, un ensemble de relations entre objets et/ou agents et un ensemble d'opérateurs associés à ces entités.

* Hiérarchie cognitive
Agents réactifs
Agents hédoniques
Agents épistémiques
Source : Bourgine (1992), Phan (2004)

Source : Ferber (1995) dphan@msh-paris.fr 3

CRÉM
CNRS
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ PARIS SORBONNE

Avec quoi simuler ? Un premier débat : plates-formes versus modèles ad-hoc

- Certains (plus particulièrement chez les informaticiens) préfèrent réécrire un code spécifique a chaque modèle « from scratch », en utilisant éventuellement des *librairies de services* déjà existants (requête classique)
- D'autres (plus particulièrement chez les « utilisateurs ») aimeraient disposer de *moyens intuitifs* pour programmer des modèles (langages simples proche du langage naturel, interfaces graphiques intuitives..)
- Entre ces deux extrêmes, de nombreuses solutions sont disponibles autour de notions telles que composants réutilisables, framework, plates-formes, meta-langage...

dphan@msh-paris.fr 4

CRÉM
CNRS
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ PARIS SORBONNE

Différents types de logiciels multi-agents

- Moduleco** est un *cadriciel (framework)* c'est à dire une collection d'éléments de conceptions (patterns) et d'implémentations (composants logiciels) en coopération et réutilisables qui permettent de créer des applications.
- MadKit** fournit un *environnement entièrement orienté agent* basé sur le modèle "AGR", c'est-à-dire des *Agents* jouant des *Rôles* dans des *Groupes*.
- Mimos** est une *méta plate-forme, fondée sur un méta-langage de représentation et de simulation de systèmes complexes* basée sur les notions de *composant* (les éléments), de *composé* (les ensembles d'éléments), et de *relation* (entre composants ou composés)

n@msh-paris.fr 5

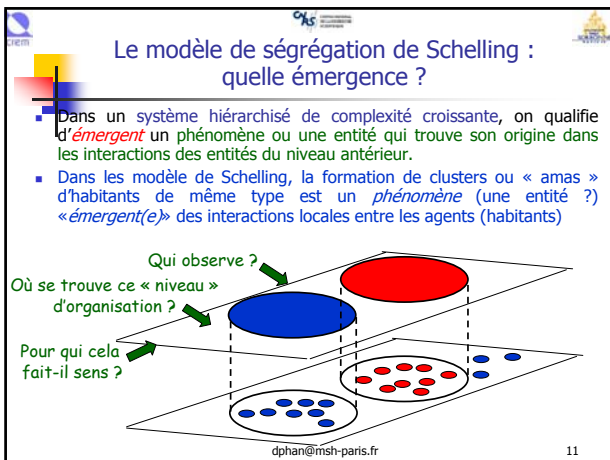
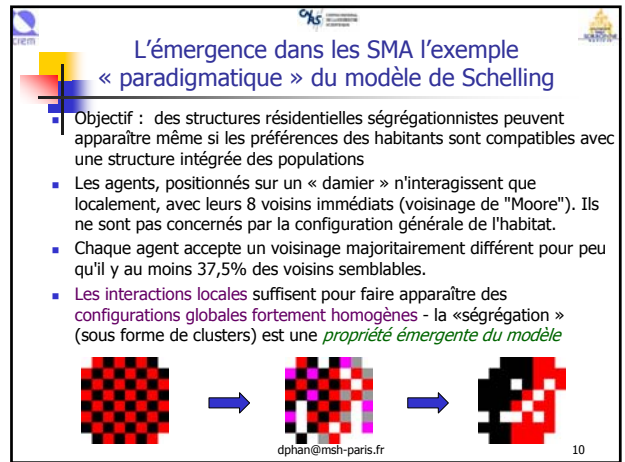
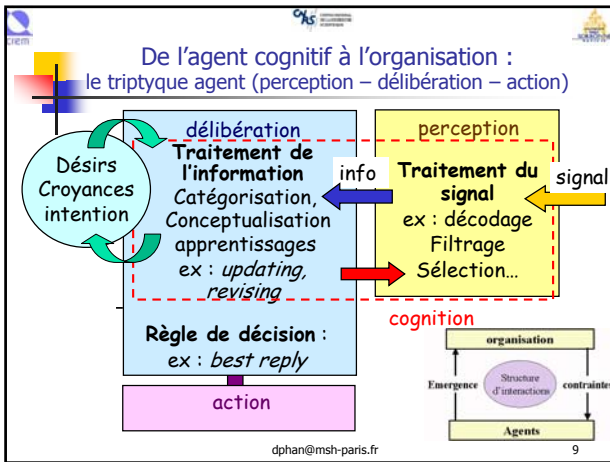
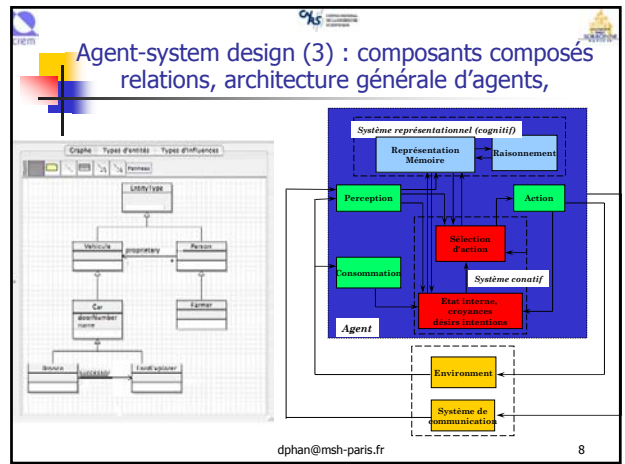
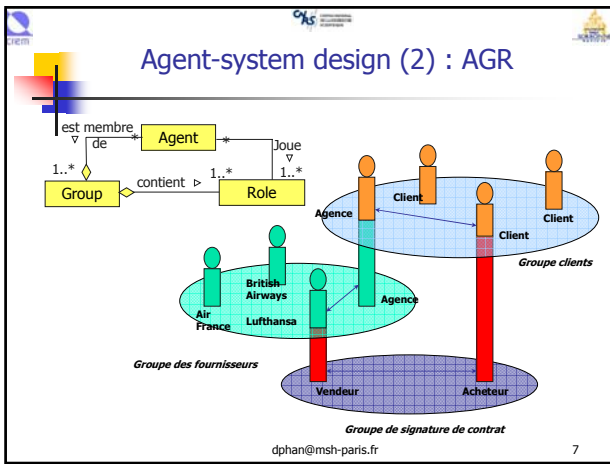
CRÉM
CNRS
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ PARIS SORBONNE

Agent-system design (1) : l'organisation AGR (Agent-Gruppe Rôle)

- Structure les *comportements possibles* des agents
 - contraintes *génériques* sur les agents (autorisations, interdictions)
 - le niveau organisationnel décrit le "quoi" et non le "comment"; structure AGR
- Structure les *limites d'interactions* entre agents
 - Définit des groupes d'interaction, les communautés d'intérêts, etc..
 - Une organisation fournit une manière de partitionner un système. Chaque partition (ou groupe) fournit un contexte d'interaction entre agents
- Détermine le *comportement générique* d'un agent
 - Définit le *rôle* générique d'un agent (état interne agent opaque)
 - Mais aucune description d'agent au niveau organisationnel

Rôle : représentation abstraite: statut, fonction d'agent dans le groupe.
→ Les rôles sont locaux aux groupes: un rôle peut être attribué à un agent à sa demande. Un même rôle peut être joué par plusieurs agents.

dphan@msh-paris.fr 6



Modélisation et simulation dans les SMA

- Pour Axtell (2000) il y a *trois usages distincts* des SMA en SHS
 - un autre moyen de réaliser des *simulations "classiques"*
 - comme *complément* de la modélisation mathématique
 - comme *substitut* de la modélisation mathématique
- modélisation et simulation sont *deux démarches distinctes* qui peuvent être couplées
 - il existe une démarche de *modélisation spécifiquement SMA* *méthode d'isolation comme expérimentation ; production d'abstractions : ontologies*, architectures, phase hypothético-déductive, design comme aide à l'intuition (*modèles de conception et d'organisation de la connaissance)*
 - *La simulation est une démarche spécifique* qui possède déjà des logiques et des règles. C'est aussi *un autre moyen de faire des expériences (virtuelles)* La simulation produit des données qui peuvent être analysés inductivement
- La *modélisation « participative »* comme outil d'accompagnement : acquisition de connaissances et processus collectifs de décision en situation complexe (charte ComMod)
 - la décision est le résultat émergent d'une dynamique d'interactions entre acteurs, individuels et/ou collectif

dphan@msh-paris.fr 13

Un exemple (générique) d'application à un cas industriel: expertise et implémentation

- Un processus participatif expert / client
- Application des méthodes classiques de simulation et de modélisation
- Analyse itérative* du problème a partir de modèles génériques (toys)
- On propose des solutions
- On expérimente et on calibre

dphan@msh-paris.fr 14

Etudier les réseaux d'interactions (1) les « petits mondes »

■ Milgram (1967) « six degrees of separation »

- Barabasi and Albert, (1999) « scale free » (toutes connectivités)

Quelques réseaux « réels »	Kevin Bacon G.	W.S.Power Grid	C.Elegans Graph
<i>n</i> number of vertices (agents)	225 226	4941	282
<i>k</i> average connectivity	61	267	14
<i>L</i> characteristic path length	3,65	18,7	2,65

dphan@msh-paris.fr 15

Jeu d'échange d'information avec imitation (structure de dilemme du prisonnier spatial)

(a) une défection accidentelle : l'agent blanc joue $S=1...$

(b) ...ce qui conduit ses deux voisins à faire défection

(c) la défection reste contenue dans une zone gelée de taille 5 $2.\pi_1(1,1) > \pi_1(0,0) + \pi_1(0,1)$ $g > 2.c$

(d) ..ou la population entière fait défection $2.\pi_1(0,0) < \pi_1(1,1) + \pi_1(1,0)$ $2.c > g$

imitation : à chaque période, les agents observent la stratégie et des gains de leurs voisins dans la période précédente, puis adoptent la stratégie du voisin qui a obtenu le gain (cumulé) le plus élevé.

j = valeur perçue de la participation
 g = gain lié à la réception d'information
 c = coût lié à la transmission d'information
 $S_i = 0$: ne pas partager ; $S_i = 1$: partager

	$J_j/S_j=0$	$J_j/S_j=1$
$J_i/S_i=0$	$\pi_1(0,0) = j$	$\pi_1(0,1) = j + g$
$J_i/S_i=1$	$\pi_1(1,0) = j - c$	$\pi_1(1,1) = j + g - c$

dphan@msh-paris.fr 16

Etudier les réseaux d'interactions (2) évaluer la robustesse des configurations résiliaires et les potentialités de création de valeur

On utilise dans un premier temps des *structures génériques* et les *méthodes classiques de simulation* pour évaluer la robustesse des configurations résiliaires face aux comportements non désirés (1).

■ On en déduit des potentialités de création de valeur (2), puis on propose des solutions opératoires (3), et on expérimente (4).

Statistical results for 500 simulations

dphan@msh-paris.fr 17

modélisation, simulation : des démarches complémentaires de conceptualisation et d'expérimentation

Indications bibliographiques

Amblard F. Phan D. (dir.) *Modélisation et simulation multi-agents, applications pour les Sciences de l'Homme et de la Société*, Londres, Hermes-Sciences & Lavoisier, 2006

Ferber J. *Les Systèmes multi-agents, vers une intelligence collective* InterEdition, 1995

Phan D. "From Agent-Based Computational Economics towards Cognitive Economics" in Bourguine P., Nadal J.P. eds. (2004) *Cognitive Economics* ; Springer Verlag, 2004, p. 371-398

Tesfatson L., Judd K.L. *Handbook of Computational Economics, Vol. 2: Agent-Based Computational Economics*, Amsterdam, New York, Elsevier North-Holland, 2006

18