

*Systemes multi-agents:  
où en est-on?*

*EASSS'08 + MABS'08 + AAMAS'08*

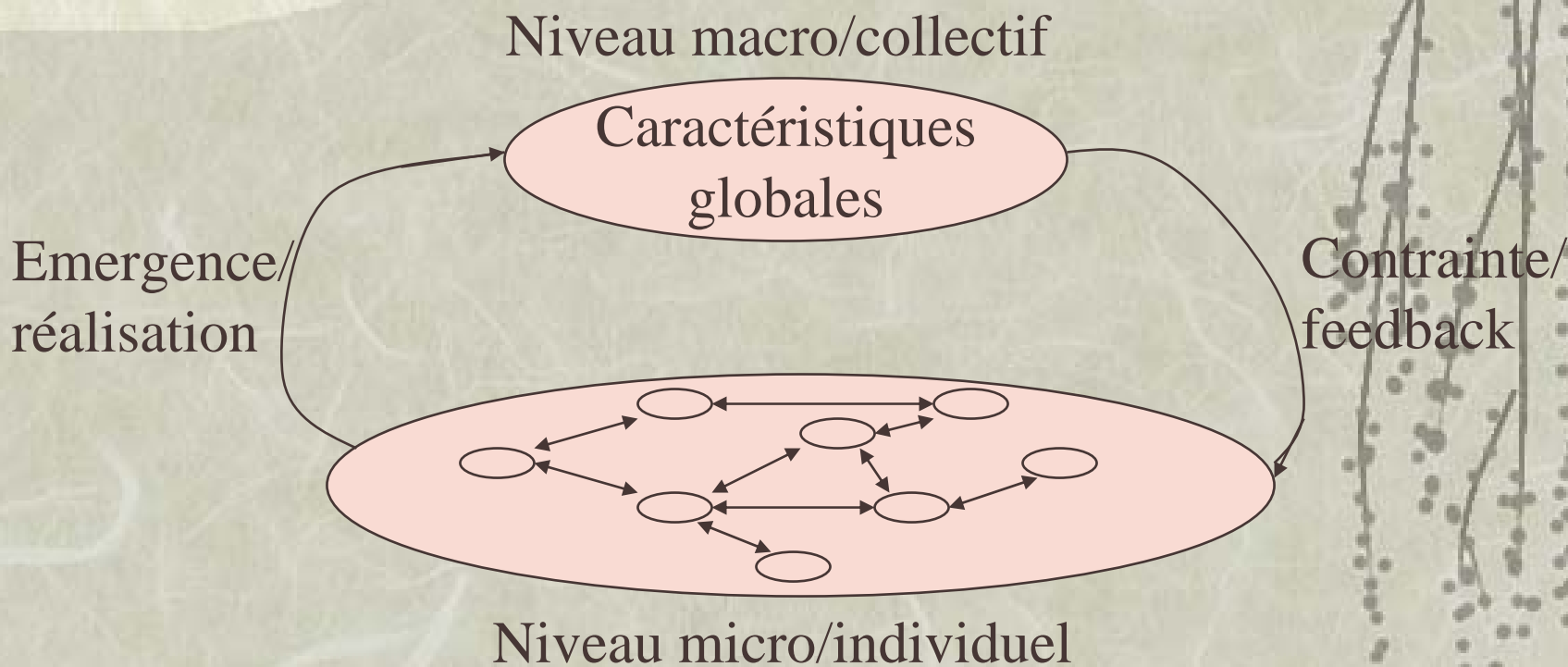
Dr. Jean-Pierre Müller  
CIRAD-ES-GREEN/LIRMM

# *Introduction*

- ❖ **Maturité:**
  - Applications (e-commerce, ordonnancement, services web, contrôle de réseau/transport)
  - Besoins pour des outils de génie logiciel professionnels
- ❖ **Champs dominants:**
  - Théorie des jeux
  - Institutions et normes
  - Confiance et réputation
- ❖ **Champs avec des problèmes de représentation:**
  - Génie logiciel
  - Simulation/conception de systèmes complexes

# Une grille de lecture

## ❖ Systèmes sociaux:



# *Théorie des jeux*

# *Théorie de la décision*

- ❖ Problème de décision markovien  $\langle X, U, P \rangle$  où:
  - $X$  est un ensemble d'états possibles
  - $U$  est un ensemble d'actions possibles
  - $P$  probabilité d'avoir  $y$  si on fait  $u$  dans  $x$
- ❖ Une stratégie  $s$  est une fonction de  $X \rightarrow U$
- ❖ Une stratégie  $s^*$  est optimale si on ajoute une fonction  $R: X \rightarrow \mathcal{R}$  et

$$\sum_{t=0}^{\infty} \gamma^t E(R(x_t)) \text{ est optimal}$$

# *Théorie des jeux (1)*

- ❖ Une forme de jeu est un n-uplet  $\langle N, S, X, O \rangle$  où
  - $N$ : un ensemble de joueurs
  - $S = \prod_{i \text{ dans } N} S_i$  où  $S_i$  est l'ensemble des stratégies possibles de  $i$
  - $X$ : un ensemble de résultats
  - $O: S \rightarrow X$
- ❖ Différences:
  - $S_i$ : un ensemble d'actions possibles
    - État courant connu
  - Résultat est déterministe
  - Non-déterminisme ajouté par des stratégies mélangées (mixed strategies): un ensemble d'actions plutôt qu'une action

# *Théorie des jeux (2)*

## ❖ Optimalité?

- On introduit:
  - Des préférences sur  $X$  pour chaque joueur: compétitif
  - Des préférences sur  $X$  global: coopératif
- Utilité: projection des préférences sur un ordre linéaire

## ❖ Extensions:

- Liens entre préférences individuelles et préférence collective
  - Choix social: le meilleur état à partir des préférences individuelles
  - Bien-être social: la meilleure préférence à partir des préférences individuelles
  - Votes

# *Propriétés et suite*

## ❖ Propriétés

- Equilibre de Nash:
  - Optimal du point de vue d'un joueur
- Optimum de Pareto:
  - Optimal du point de vue de tous les joueurs
- Dominance:
  - Optimal du point de vue d'un joueur quelque soit la stratégie des autres

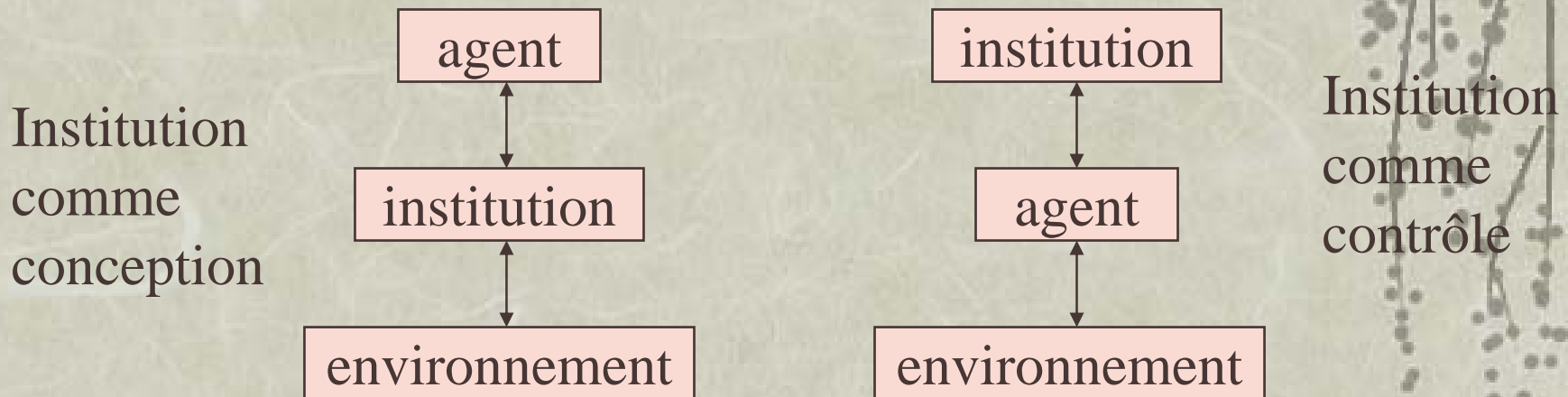
## ❖ Suite:

- Conception de mécanismes (mechanism design, prix Nobel 2007)
  - Quels mécanismes pour induire un résultat, ne sachant pas les préférences individuelles?

# *Normes et institutions*

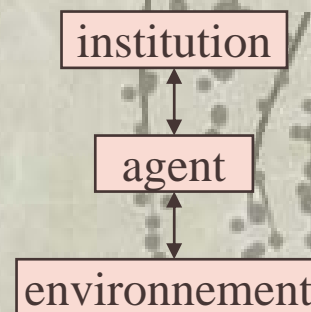
# *Normes et institutions*

- ❖ La même vue des normes:
  - Définition de rôles
  - Obligation/interdiction/permission sur les actions/séquences d'action
  - Maintenance de conditions
- ❖ Deux vues des institutions:



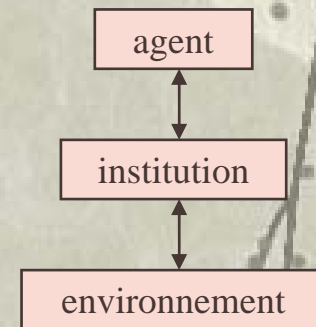
# *Institution comme contrôle*

- ❖ Les agents agissent/interagissent
  - Séquences d'états/actions
- ❖ Interprétation comme l'exercice de normes (vérification en logique modale):
  - Obligation sous certaines conditions
  - Permissions conditionnelles
  - Interdiction conditionnelles
- ❖ Détection de violations et sanctions



# *Institution comme conception*

- ❖ Définition d'institutions:
  - Définition des rôles
  - Définition des protocoles et/ou normes
- ❖ Les agents:
  - Instancient des institutions
  - Prennent des rôles
  - Exécutent les protocoles:
    - Demande d'action => autorisation/interdiction selon les protocoles/normes
- ❖ Exemple:
  - <http://e-institutions.iiia.csic.es/>



# *Les questions ouvertes*

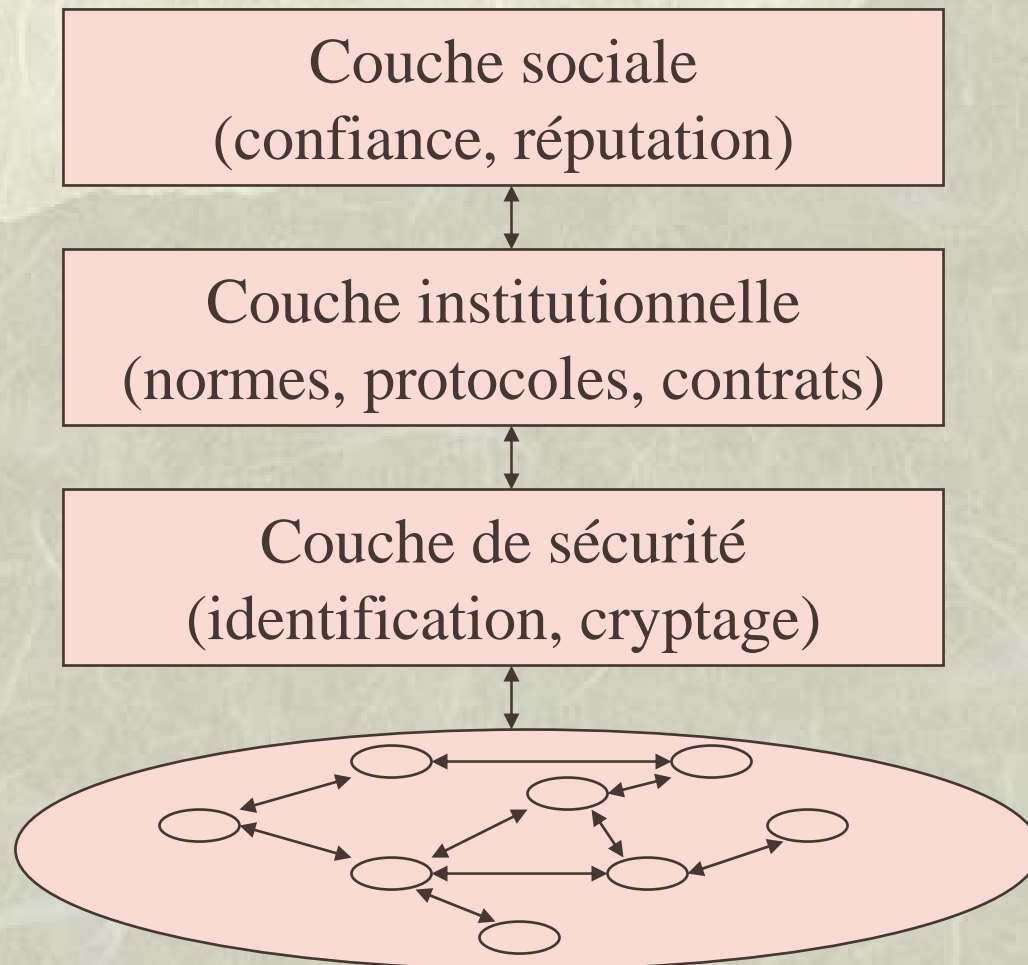
- ❖ Une ontologie consistante:
  - Normes, règles, protocoles, rôles, statuts, institutions, organisations, etc.
- ❖ Raisonnements sur les normes:
  - Logiques modales, protocoles, traces d'exécution
- ❖ Clairement différencier:
  - Les formes de mises en œuvre
  - Les mécanismes de contrôle
  - Les mécanismes de sanction

# *Confiance et réputation*

# *Confiance et réputation*

- ❖ **Problème central**
  - Gestion de l'incertitude
- ❖ **Solutions possibles:**
  - Raisonnement stratégique => théorie des jeux
  - Comportement stéréotypé => normes et institutions
  - Confiance => prédictibilité du comportement des autres
- ❖ **Confiance et réputation:**
  - Ce qu'il y a de commun:
    - Suppose des normes (= régularité de comportements)
    - Mesure le respect de celles-ci
  - Ce qu'il y a de différent:
    - Confiance: individuel
    - Réputation: collectif

# Architecture



# *Construction de la confiance*

- ❖ Par observation directe
  - Algorithmes de mise à jour:
    - Apprentissage numérique
    - Agrégations plus ou moins simples (e.g. e-Bay)
- ❖ Par analogie
- ❖ Par institution
- ❖ Par tierce partie:
  - Algorithmes de mise à jour:
    - Dépend de la confiance en l'interlocuteur
  - Communication de la confiance et/ou de la réputation
- ❖ De la valeur à la décision (faire ou ne pas faire confiance):
  - Gestion du risque

# *Construction de la réputation*

- ❖ Les agents constituent un (ou plusieurs) réseaux:
  - Chaque agent possède une confiance sur d'autres agents
- ❖ Pour chaque agent:
  - Moyenne pondérée de la confiance sur tous les chemins qui vont sur lui
- ❖ Questions:
  - Combiner confiance et réputation
  - Calcul distribué de la réputation

# *Problèmes ouverts*

- ❖ Efficacité relative des approches proposées (ART)
- ❖ Liens avec la gestion de l'incertitude en général
- ❖ Liens avec l'apprentissage
- ❖ Pas de travaux sur la gestion du risque

# Conclusion

- ❖ SMA: splendeurs et misères de l'usage des métaphores sociales
  - Vocabulaire peu clair
  - Peu de lien entre les différents discours
- ❖ Des pistes pour nous:
  - Ouvrir un véritable dialogue entre SMA et sciences sociales
  - Généralisation de la théorie des jeux et simulation
  - Institution et jeux de rôles: vers les « serious games »
  - Confiance et réputation: pas trop
  - La confiance, la formation de coalition et l'émergence des normes?
- ❖ Problème:
  - AAMAS n'est pas assez représentatif de la communauté