

# Systemes multi-agents

Cours 1 – Introduction générale et notion d'agent

Douae AHMADOUN

`douae.ahmadoun@gmail.com` -

`douae.ahmadoun@safrangroup.com`

Ingénieure de recherche en IA

# INTRODUCTION AU COURS

# Positionnement

Que vous évoque le concept de Système Multi-Agents ?

# Positionnement

- Par rapport à l'intelligence artificielle : métaphore du penseur solitaire
- Motivations :
  - ▶ modélisation des comportements de groupes,
  - ▶ étude des comportements émergents,
  - ▶ conception de mécanismes d'incitation.
- Exemples :
  - ▶ modélisation du comportement des automobilistes,
  - ▶ étude de l'impact d'une loi sur l'économie,
  - ▶ conception de protocoles d'enchères incitant à l'honnêteté.

# Exemples - Terra Dynamica

Projet de Thales ; vidéo du projet :

<https://www.youtube.com/watch?v=7rJs0X6mx08>

# Exemples - WorkSim

Projet de Sorbonne Université; vidéo de Mediapart :

<https://www.youtube.com/watch?v=VuymUdVHheE>

# Exemples - Mechanism design

Prix nobel d'économie; vidéo de Serious Science :

<https://www.youtube.com/watch?v=Y645BrYSi74>

# Organisation du cours

I	Introduction et notion d'agent	Les loups garous (mesa)
II	De l'agent au système multi-agents	Livraison spatiale (mesa + spade)
III	Agents réactifs	Agents démineurs (mesa)
IV	Agents cognitifs : les agents BDI	Agenture Science (mesa + spade bdi)
V	Autres agents cognitifs & hybrides	Mécanismes d'enchères (spade)
VI	A déterminer (Négociation automatique ?)	Projet/Papier



# Organisation du cours

## Organisation des séances

- 1h de cours, 2h30 de TP
- **Chaque TP est à rendre pour la séance suivante**
- En cas de besoin, me contacter par mail ([douae.ahmadoun@gmail.com](mailto:douae.ahmadoun@gmail.com)) et indiquer [ENSTA-SMA] dans l'objet du mail

## Notation

- TP : 60% | Projet : 40%
- Note TP :
  - ▶ Code ; **en cas d'erreur de compilation : 0**
  - ▶ Réponses aux questions dans le fichier `reponses.md`
- Note projet :
  - ▶ Code (70%) ; **en cas d'erreur de compilation : 0**
  - ▶ Présentation de l'agent de négociation (20%)
  - ▶ Performance de l'agent (10%)

# Attentes






- Penser l'intelligence artificielle de manière systémique
- Identifier les problématiques liées aux systèmes multi-agents
- Implémenter un système multi-agent simple

# Attentes

- Penser l'intelligence artificielle de manière systémique
- Identifier les problématiques liées aux systèmes multi-agents
- Implémenter un système multi-agent simple

Vos attentes ?

# Bibliographie générale du cours

-  Jacques Ferber. *Les systèmes multi-agents. Vers une intelligence collective*. InterEditions, 1997.
-  Jean-Pierre Briot, and Yves Demazeau. *Principes et architecture des systèmes multi-agents*. Hermès-Lavoisier, 2001.
-  Yoav Shoham, and Kevin Leyton-Brown. *Multiagent systems : Algorithmic, game-theoretic, and logical foundations*. Cambridge University Press, 2008.
-  Michael Wooldridge. *An introduction to multiagent systems*. John Wiley & Sons, 2009.
-  Yves Demazeau. *VOYELLES*. Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches, Institut National Polytechnique de Grenoble INPG, Avril 2001

# INTRODUCTION GÉNÉRALE

# Historique – de l'IA aux SMA

## 1950-1975 Intelligence mono-agents

- 1956 : Workshop du Dartmouth College : invention de l'expression Intelligence Artificielle
- 1962 : Allégorie du « tableau noir » (Newell)

## 1975-1985 Intelligence artificielle distribuée

- 1973 : Notion d'acteur (Hewitt)
- 1973 : Projet Hearsay (tableau noir)
- 1980 : Tableaux communicant par messages (Lesser)
- 1980 : *Contract net* (Smith)
- 1980 : Premier *Distributed Artificial Intelligence Workshop*

## 1985-1995 De l'IAD aux SMA

- 1985 : Agents non coopératifs (Rosenschein)
- 1990 : Projet MAGMA (Demazeau)
- 1991 : IA comportementaliste (Brooks)
- 1995 : Livre de référence (Ferber)

# Historique – histoire récente

## 1995- Modélisation de sociétés

- 1993 : Modélisation d'une société de fourmis (Drogoul)
- 1994 : Modélisation des sociétés naturelles (Conte, Doran, Gilbert)

## 1993- Ingénierie et SMA

- 1993 : *Agent Oriented Programming* (Shoham)
- 1997 : Agents mobiles (White)

## 2000- Internet

- Avènement du e-commerce (Kraus, Sandholm, Sierra, Yokoo)

# Motivations

Avantages de l'approche distribuée :

- problèmes : problématiques distribuées par nature ; exemple : simulation de sociétés naturelles
- sûreté : pas de point unique de défaillance ; exemple : optimisation dans l'incertain
- entités physiques ou logicielles ; entités autonomes, hétérogènes et potentiellement concurrentes ; exemple : e-commerce
- ressources : ressources dispersées ; exemple : système d'experts



# Systèmes multi-agents et domaines connexes

Domaine connexe	Différences
Systèmes distribués	Considérations stratégiques, rationalité, autonomie
Intelligence Artificielle	Autonomie & organisation
Économie, théorie des jeux	Informatique, calcul, ressources
Sciences humaines et sociales	Pas nécessairement calqué sur l'humain

# Systèmes multi-agents et agents

Approche **Voyelle**<sup>1</sup>. Décomposition du SMA :

- Agent : architecture interne de l'agent
- Environment : description de l'environnement du système
- Interaction : modalités d'interaction avec les autres agents
- Organisations : modes d'organisation des agents

---

1.



Yves Demazeau. VOYELLES. Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches, Institut National Polytechnique de Grenoble INPG, Avril 2001.

# Systèmes multi-agents et agents

Approche **Voyelle**<sup>1</sup>. Décomposition du SMA :

- **Agent : architecture interne de l'agent**
- Environnement : description de l'environnement du système
- Interaction : modalités d'interaction avec les autres agents
- Organisations : modes d'organisation des agents

---

1.



Yves Demazeau. VOYELLES. Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches, Institut National Polytechnique de Grenoble INPG, Avril 2001.

# NOTION D'AGENT

# Définition(s) I

Définition non consensuelle :

## Selon Ferber

Un agent est une entité réelle ou virtuelle, évoluant dans un environnement, capable de le percevoir et d'agir dessus, qui peut communiquer avec d'autres agents, qui exhibe un comportement autonome, lequel peut être vu comme la conséquence de ses connaissances, de ses interactions avec d'autres agents et des buts qu'il poursuit.

# Définition(s) I

Définition non consensuelle :

## Selon Ferber

Un agent est une entité réelle ou virtuelle, évoluant dans un environnement, capable de le percevoir et d'agir dessus, qui peut communiquer avec d'autres agents, qui exhibe un comportement autonome, lequel peut être vu comme la conséquence de ses connaissances, de ses interactions avec d'autres agents et des buts qu'il poursuit.

## Selon Demazeau

Un agent est une entité réelle ou virtuelle, dont le comportement est autonome, évoluant dans un environnement, qu'il est capable de percevoir, sur lequel il est capable d'agir et d'interagir avec les autres agents.

# Définition(s) II

Selon Wooldridge, Jennings, Sycara

*An agent is a computer system situated in some environment and that is capable of flexible autonomous action in this environment in order to meet its design objectives*

Principales caractéristiques :

# Définition(s) II

Selon Wooldridge, Jennings, Sycara

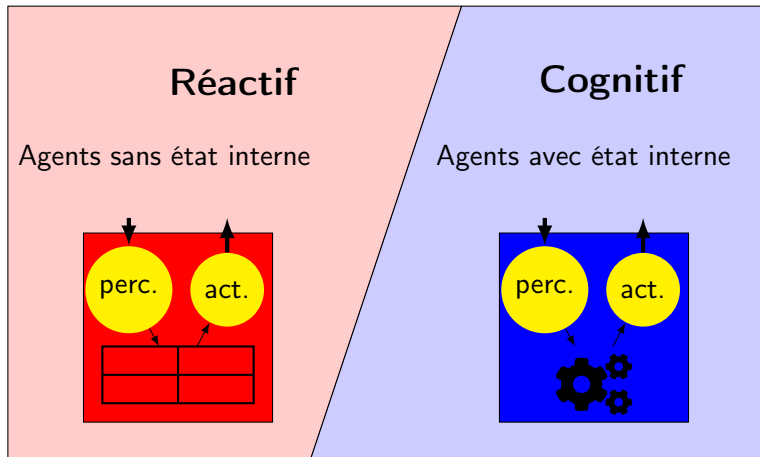
*An agent is a computer system situated in some environment and that is capable of flexible autonomous action in this environment in order to meet its design objectives*

Principales caractéristiques :

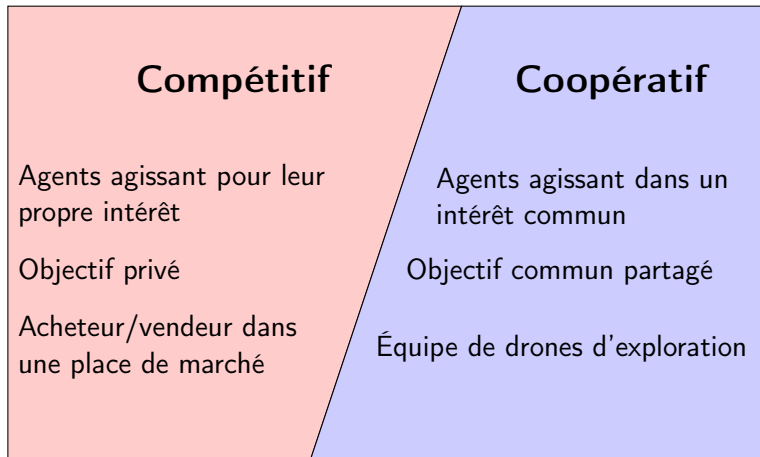
- Autonomie : indépendance vis-à-vis des autres éléments du système
- Proactivité : capacité à agir sans intervention humaine.
- Adaptabilité : capacité à interagir avec son environnement et de prendre ses changements en compte.
- Sociabilité : capacité à interagir avec d'autres agents



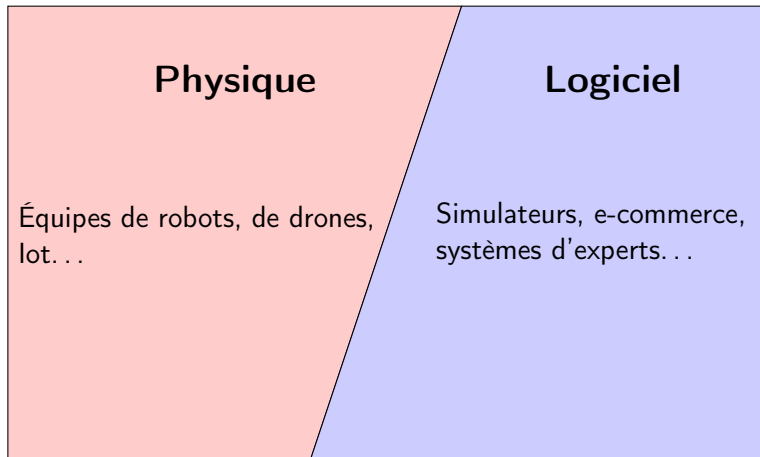
# Agents réactifs, agents cognitifs



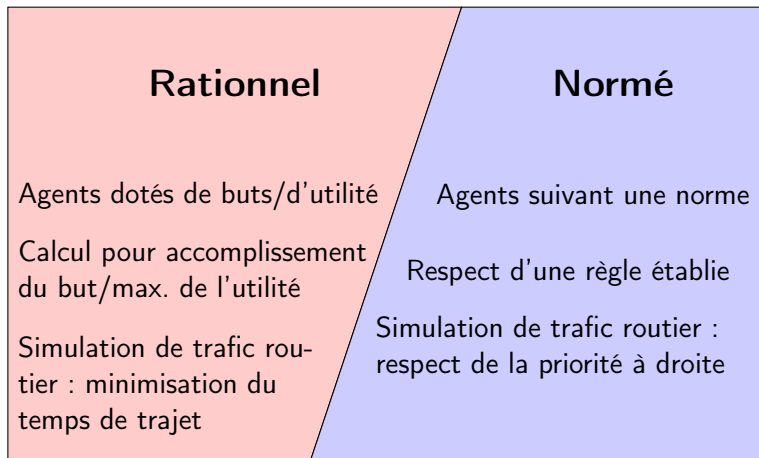
# Agents compétitifs, agents coopératifs



# Agents physiques, agents logiciels



# Agents rationnels, agents normés



# Agents mobiles, agents situés

- Agents mobiles :
  - ▶ agents transférables d'une plate-forme à une autre
  - ▶ transferts de l'état interne de l'agent
  - ▶ exemple : dans les places de marché (transfert d'une place de marché à une autre)
- Agents situés :
  - ▶ agents ayant une notion de localisation
  - ▶ capables de se déplacer
  - ▶ physiques ou logiciels (sociétés virtuelles)