

Université de Msila
Faculté de mathématique et d'informatique
Département d'informatique

2^{ème} année Master IDO



Les Systèmes Multi-Agents (SMA)



Présenté par : Meliouh.A

2018-2019

1. Introduction

- La notion d'agent est de fait à la base des débuts de l'intelligence artificielle (IA). Mais cette discipline s'est focalisée sur la modélisation des capacités intelligentes d'une unique entité pour résoudre des problèmes
- A partir de la fin des années 70 l'accent a été mis progressivement sur une résolution distribuée de problèmes, par coordination d'un certain nombre d'agents, ce que l'on a alors commencé à appeler « systèmes multi-agents ». On utilise également le terme quasiment équivalent « IAD IA distribuée » pour bien montrer l'opposition à l'IA classique et centralisée.

Objectif :

Créer une société d'agents autonomes travaillant ensemble pour aboutir à un objectif global

Les Systèmes Multi-agents

➤ Définitions

➤ Société d'Agents :

SMA un système $\langle O, E, A \rangle$ où :

O est un ensemble d'objets,

A est un ensemble composé d'agents,

O et **A** étant immergés dans un environnement **E**

J. Erceau & J.Ferber, 93.

**SMA = Agents + Environnement
+ Interactions + Organisations (AEIO)**

Y. Demazeau, 95

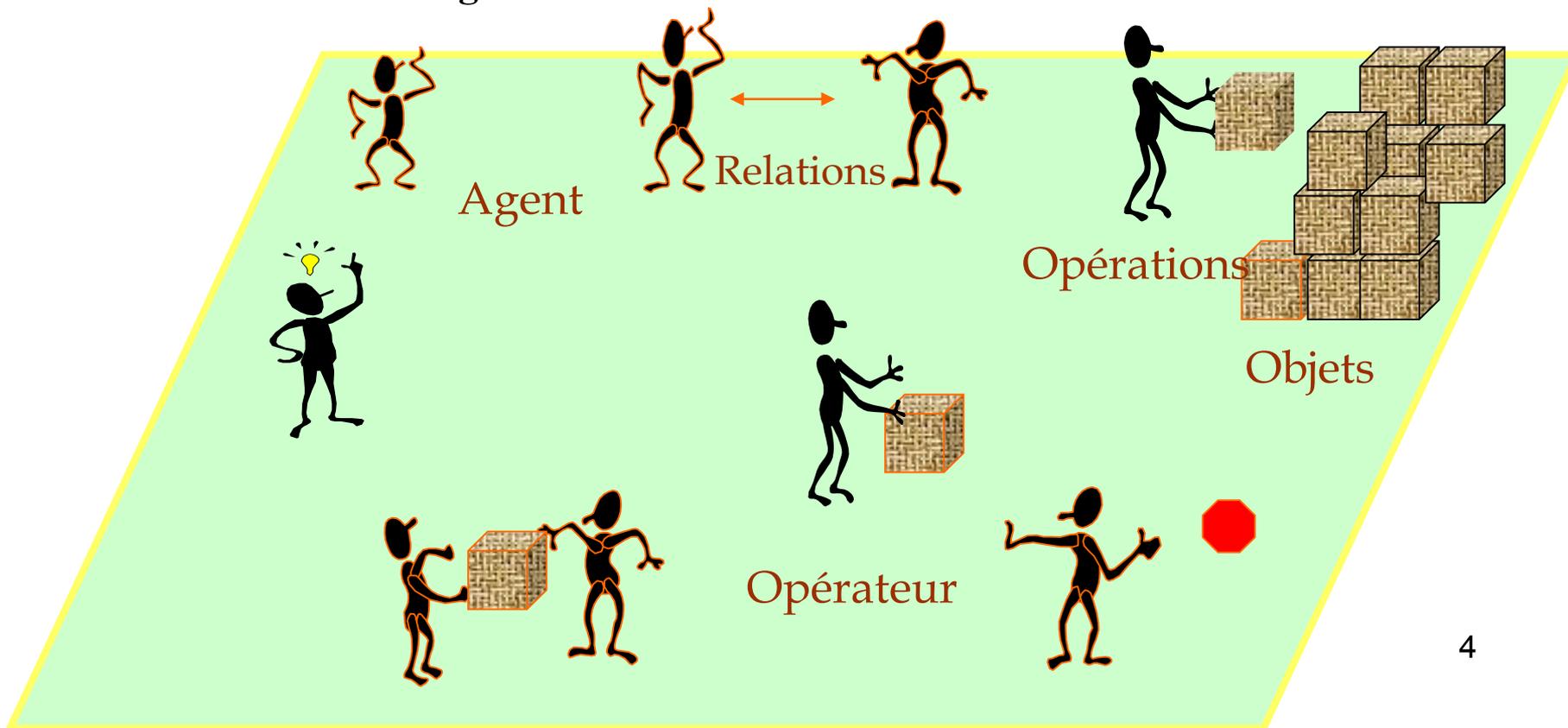
L'étude des SMA permet de représenter le
comportement de communautés d'agents «intelligents»

en société.

Les Systèmes Multi-agents

Un système multi-agents est une communauté d'agents autonomes travaillant en commun, selon des modes parfois complexes de coopération, conflit, concurrence, pour aboutir à un objectif global :

- La résolution d'un problème,
- L'établissement d'un diagnostic.



Les Systèmes Multi-agents

➤ Domaines D'application

- Les systèmes multi-experts d'aide à la décision
- L'enseignement intelligent assisté par ordinateur
- La gestion des activités de production
- L'imagerie médicale
- Les travaux urbains
- La robotique
- Le transport routier, aérien et ferroviaire
- Le diagnostic de pannes sur réseaux électriques
- La télé-médecine
- La simulation du comportement des fourmis et l'étude de l'émergence des structures.
- L'interprétation des images satellitaires, la traduction automatique.

Les Systèmes Multi-agents

➤ Les éléments d'un système multi-agents

• Selon la structure proposée par **Ferber**, Les SMA sont composés des éléments suivants :

- 1- **Un environnement**: c'est à dire un espace disposant généralement d'une métrique.
- 2- **Un ensemble d'objets situés**, c'est à dire qu'il est possible d'associer à chaque objet, à un moment donné une position dans l'environnement.
- 3- **Un ensemble d'agents** représentant des entités actives du système.
- 4- **Un ensemble de relations** qui unissent des objets (donc des agents) entre eux.
- 5- **Un ensemble d'opérations** permettant aux agents de percevoir, produire, consommer, transformer, manipuler des objets.
- 6- **Des opérateurs** chargés de représenter l'application de ces opérations et la relation du monde à cette tentative de modification

Les Systèmes Multi-agents

➤ Avantages et objectifs des système multi-agents

➤ Les S.M.A sont des systèmes idéaux pour représenter des problèmes possédant de multiples méthodes de résolution. L'approche S.M.A est justifiée par les propriétés suivante :

- La modularité.
- La vitesse, avec le parallélisme.
- La Fiabilité, due à la redondance.
- La réutilisation et la portabilité.
- L'intervention des schémas d'interaction sophistiqués (coopération, coordination, négociation).

➤ Les deux objectifs majeurs de recherche dans le domaine des S.M.A sont :

- l'analyse théorique et expérimentale des mécanismes.
- La résolution de programmes distribués.

Pour résoudre deux genres de problème :

- Modéliser, expliquer et simuler des phénomènes naturels.
- La réalisation de systèmes informatiques complexes.

Les Systèmes Multi-agents

➤ Différents types de S.M.A

- **Les systèmes multi-expertises** : Ils modélisent l'interaction de plusieurs **agents cognitifs**, spécialistes de leur domaine et requis pour l'accomplissement d'une tâche complexe.

Dans ce cas, les agents sont virtuels ; ils n'existent pas physiquement.

Dans de nombreux domaines professionnels, les systèmes d'I.A.D ont apporté des solutions intéressantes pour la gestion de situations complexes: le contrôle du trafic aérien, les systèmes automatisés de production et la maintenance de réseaux informatiques (Internet: agentification) .

Les Systèmes Multi-agents

- **Les systèmes multi-robots**

Ce sont des systèmes regroupant des **agents artificiels** ayant une existence physique et engagés dans une tâche commune.

Ce sont des robots chargés de tâches collectives:

- le ramassage de minerai,
- des « patrouilles de drones »,
- véhicules robotisés dont le travail est d'atteindre un objectif militaire comme la prise de renseignements.

Exemple

Des robots footballeurs (*Microb* est un système multi-robots, mis au point par Anne Collinot, Laurent Ploix et Alexis Drogoul (1996), qui permet à une équipe de petits robots de jouer au football contre une équipe de joueurs humains).

Les Systèmes Multi-agents

- **Les systèmes de simulation**

Ce sont des systèmes qui servent de support à la modélisation de phénomènes de sociétés animales, en particulier en biologie et en éthologie.

Dans ce cas, les agents concernés sont des **agents réactifs** et les simulations vont concerner des modèles biologiques à tester – comme la sélection naturelle, la reproduction ou l'influence des contraintes environnementales sur la société animale ou cellulaire.

La simulation est réalisée en décrivant les caractéristiques et le comportement d'une population selon les critères d'un système I.A.D,

Exemple : *fourmilière*

Les Systèmes Multi-agents

➤ Interactions entre les agents

• Coopération

La coopération est la forme générale d'interaction la plus étudiée dans les S.M.A.

1-Coopération par partage de tâches et des résultats, avec la possibilité de prendre en compte localement les plans des autres.

2-Commande : Un agent supérieur « A » décompose le problème en sous-problèmes qu'il répartit entre les autres agents « Xi ». Ceux-ci résolvent et renvoient les solutions partielles à « A ».

3- Appel d'offre : « A » décompose le problème en des sous-problèmes dont il diffuse la liste. Chaque agent « Xi » qui souhaite résoudre l'un des sous-problèmes envoie une offre ; « A » choisit parmi celles-ci et distribue les sous-problèmes. Le système travaille ensuite en mode commande.

4- Compétition : Dans le mode compétition, « A » décompose et diffuse la liste des sous-problèmes comme dans le mode appel d'offre. Chaque agent « Xi » résout un ou plusieurs sous-problèmes et envoie les résultats correspondants à « A » qui à son tour fait le tri .

Les Systèmes Multi-agents

• Résolution de conflit

Les agents coopératifs ont besoin d'éviter autant que possible les situations conflictuelles pour résoudre un problème. Pour ce faire, ils peuvent être amenés à coordonner leurs solutions.

• Coordination

Les agents travaillent sur des problèmes dont les solutions sont utiles pour les autres agents. Leur travail doit donc être coordonné dans le temps.

La coordination permet aux agents de considérer toutes les tâches et de ne pas dupliquer le travail.

La coordination des actions est liée à la planification et à la résolution des conflits, car c'est à ce niveau qu'on tient compte des actions (plans) des autres agents.

On peut distinguer deux types de coordination :

1. la coordination due à la gêne :(problème de navigation : les agents doivent coordonner leurs plans de navigation pour s'éviter mutuellement).

2. la coordination due à l'aide : (manutention : dans un environnement multi-robots, les agents doivent synchroniser leurs actions pour pouvoir agir efficacement et transporter un objet

Les Systèmes Multi-agents

•Négociation

Les activités des agents dans un système distribué sont souvent interdépendantes et entraînent des conflits.

Pour les résoudre, il faut considérer les points de vue des agents, les négocier, et utiliser des mécanismes de décision concernant les buts sur lesquels le système doit se focaliser.

La négociation est caractérisée par :

- Un faible nombre d'agents impliqués dans le processus.
- Un protocole minimal d'actions : proposer, évaluer, modifier et accepter ou

refuser une solution.

Le problème de la négociation ne consiste pas forcément à trouver un compromis mais peut s'étendre à la modification des croyances d'autres agents pour faire prévaloir un point de vue.

Les Systèmes Multi-agents

➤ La communication dans les S.M.A

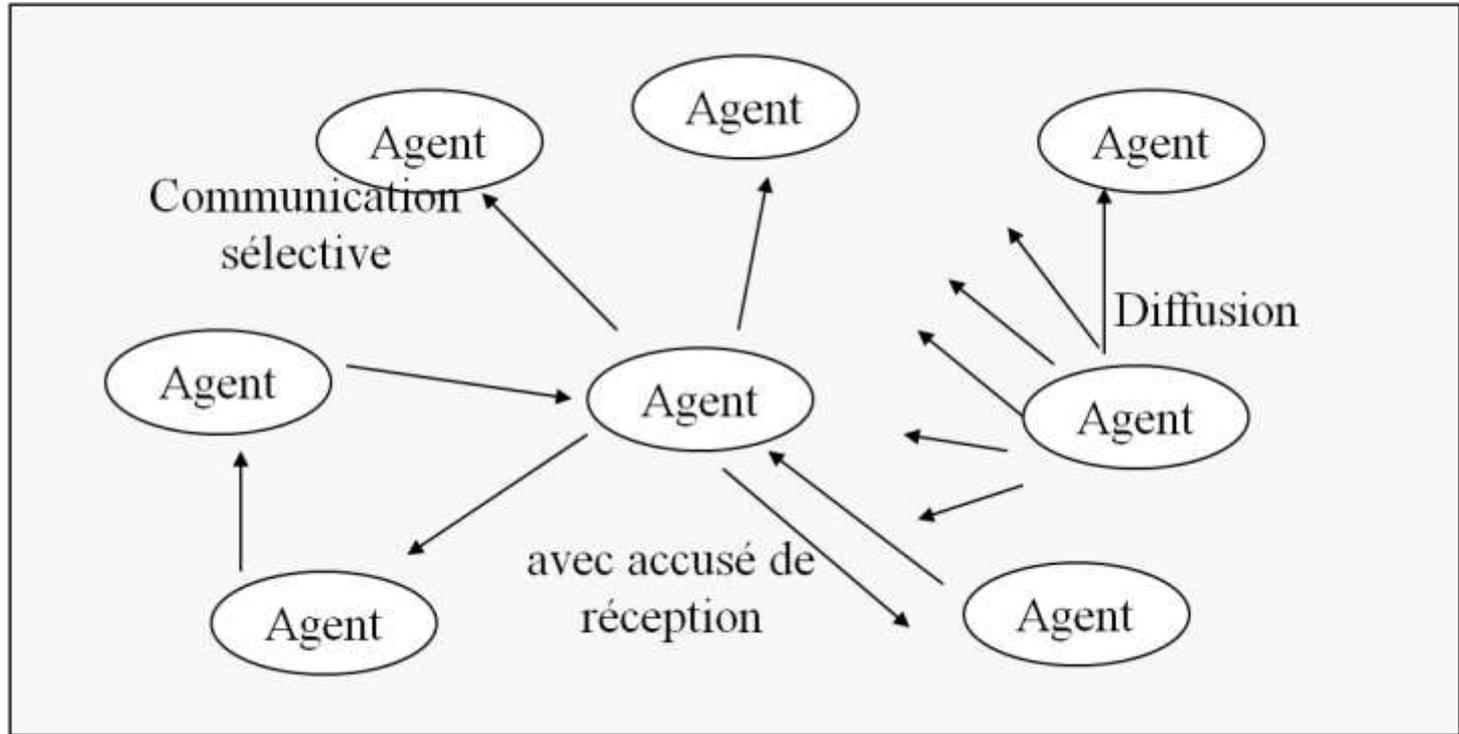
- **Communication par envoi de messages**

Les agents envoient leurs messages directement et explicitement au destinataire.

1- Mode point à point : l'agent émetteur du message connaît et précise l'adresse de ou des agent(s) destinataire(s). Ce type de communication est généralement le plus employé par les agents cognitif.

2-Mode par diffusion : le message est envoyé à tous les agents du système. Ce type de transmission est très utilisé dans les systèmes dynamiques ainsi que les systèmes d'agent réactif. En fait, ceci suppose en général une messagerie : un agent spécialisé gère autant de files d'attente que de destinataires, chaque agent peut traiter le premier message de sa file.

Les Systèmes Multi-agents



Les Systèmes Multi-agents

Structure Générique d'un Message

Numéro Message : Chaque message a un numéro d'identification.

Agent Expéditeur Nom de l'agent expéditeur

Agent Destinataire :

Nature :

Type : Type de message (urgent, prioritaire, normal)

Etat : Etat du message (traité, non-traité).

Contenu : Corps du message.

Date : Date d'envoi du message.

Les Systèmes Multi-agents

- **Communication par partage d'informations**

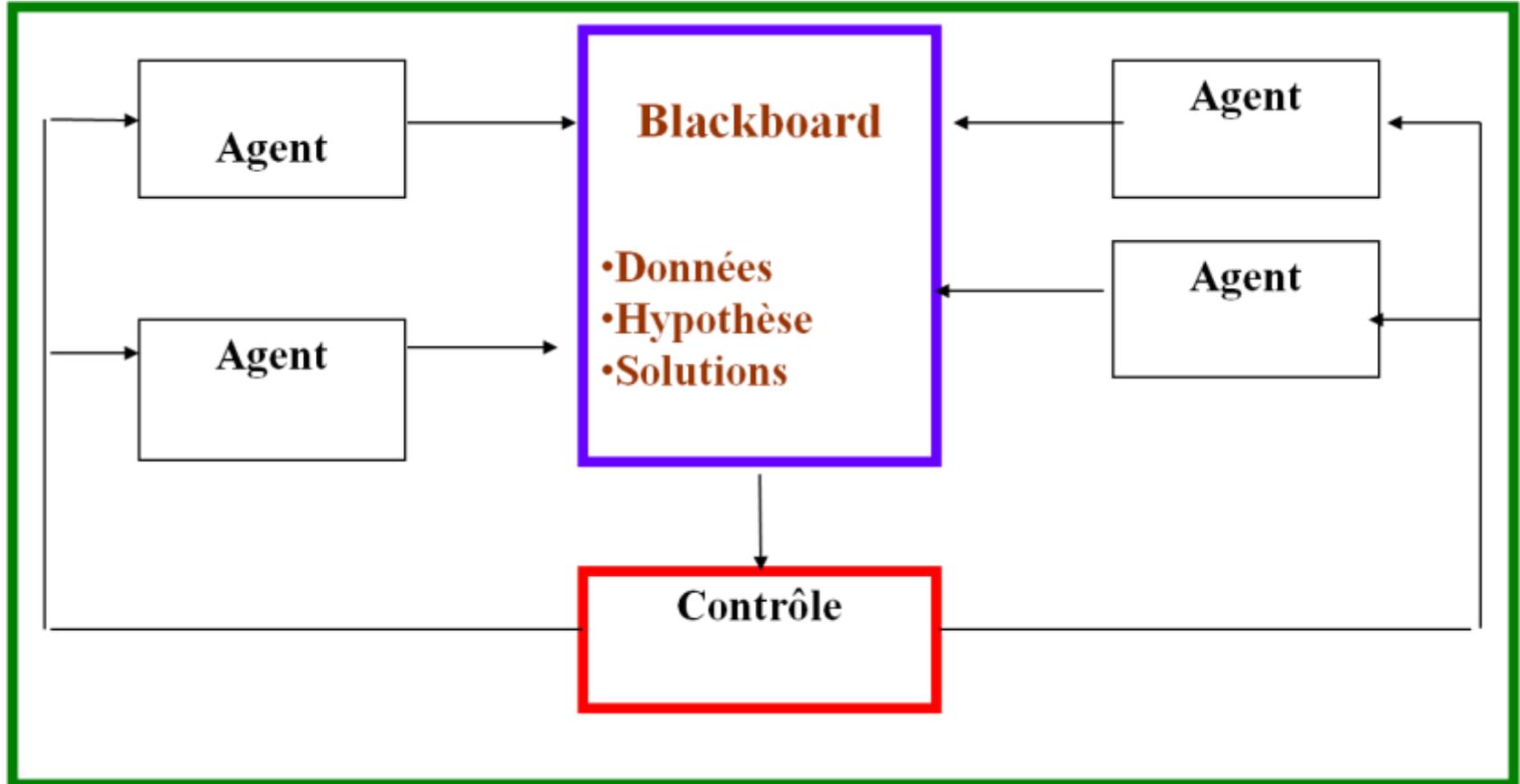
Ce type de communication est utilisé quand:

- il y a recouvrement des domaines d'expertise de chaque agent.
- Il suppose également que les agents ne possèdent qu'une connaissance limitée sur les domaines d'activité des autres agents et pose des problèmes de synchronisation.

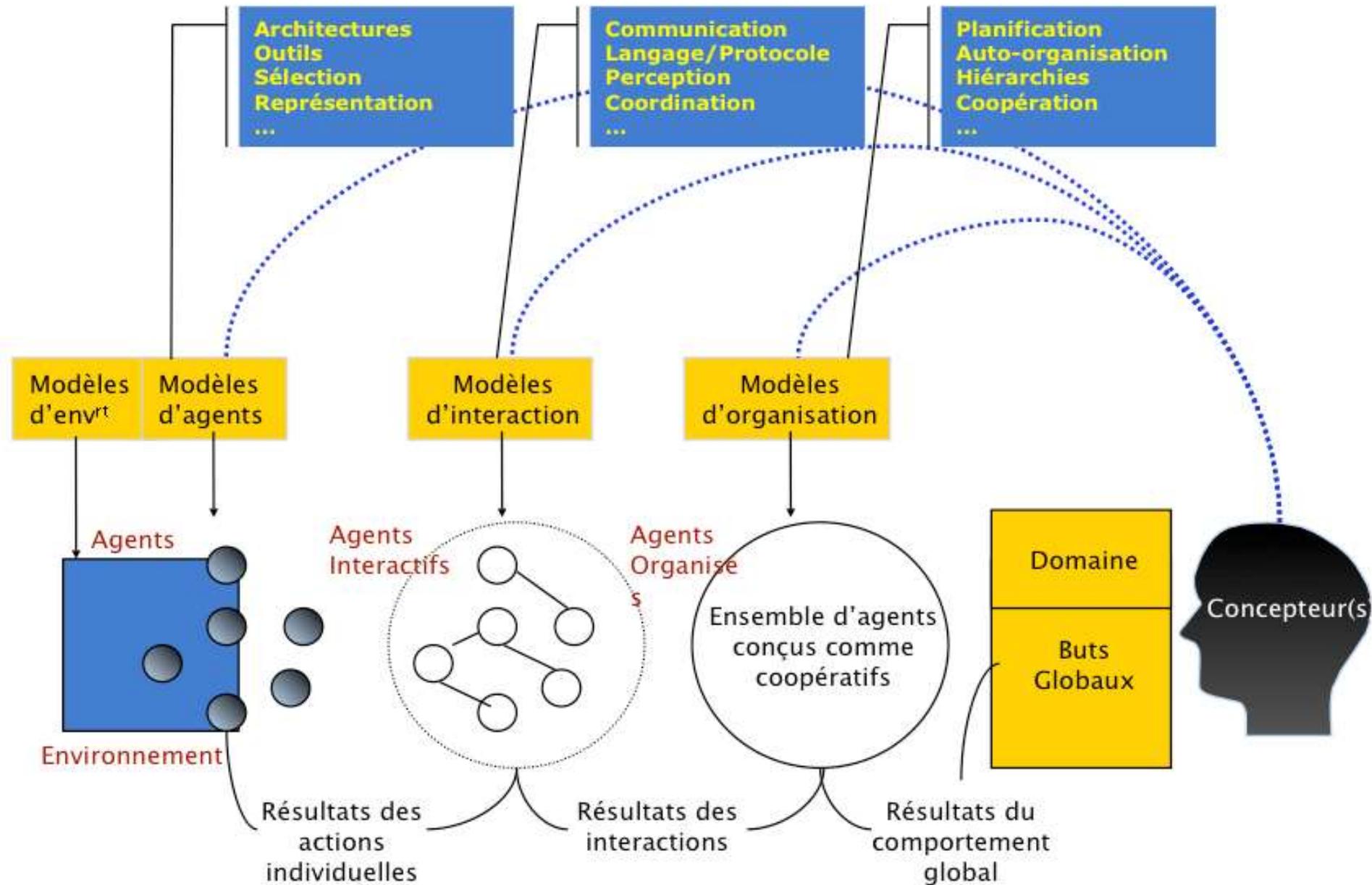
Les composants ne sont pas en liaison directe mais communiquent via une structure de données partagées où on trouve les connaissances relatives à la résolution (état courant du problème) qui évolue durant le processus d'exécution.

Cette manière de communiquer est l'une des plus utilisées dans la conception des systèmes multi-agents.

Les Systèmes Multi-agents



Concevoir un SMA



Implémentation des SMAs

⇒ En général des programmes assez longs, avec des problèmes spécifiques (e.g. parallélisme, synchronicité, interactions,...)

⇒ Grande variété de langages possibles

Le paradigme oriente-objet est souvent privilégié (e.g. autour de Java ou Python)

De nombreuses plateformes existent (e.g. GAMA, JASON, JADE, Repast, CorMAS, Netlogo, Mason, Madkit, JaCoMo, Aglet etc.)

⇒ On doit définir une topologie d'interaction (i.e. environnement spatial, réseau social,...) pour savoir comment les agents communiquent

⇒ On doit définir des mécanismes pour activer les agents, les créer, déployer et démarrer une simulation, les regrouper ou les dissocier (dynamiquement), etc.