

---

# Un simulateur de systèmes multi-robots dans MADKIT

**Olivier Simonin — Fabien Michel — Jérôme Chapelle —  
Jacques Ferber**

*LIRMM Université Montpellier II - CNRS  
161, rue Ada - 34392 Montpellier Cedex 5 - France  
{simonin,fmichel,chapelle,ferber}@lirmm.fr*

---

*RÉSUMÉ. L'étude et la conception de systèmes multi-robots (ou multi-agents situés) nécessite des outils de simulations performants et évolutifs. Nos travaux d'applications de modèles de coopération et d'apprentissage nous ont menés à concevoir une plate-forme de simulation spécialement dédiée à l'étude des systèmes multi-robots autonomes. Pour ce faire, nous nous sommes appuyés sur les outils de conception de simulateur de la plate-forme MADKIT. Nous présentons ici le principe de fonctionnement de ces outils ainsi que leurs applications à divers systèmes multi-agents situés.*

*ABSTRACT:*

*MOTS-CLÉS :*

*KEYWORDS:*

---

## 1. Introduction

Dans le contexte de la robotique mobile, la simulation est aujourd'hui un outil incontournable pour l'étude de la coopération entre agents. En supprimant les difficultés matérielles liées aux expérimentations réelles, elle permet de focaliser l'attention sur les aspects comportementaux et organisationnels du système. Nous présentons ici des outils de simulations dédiés aux systèmes multi-agents situés et plus spécifiquement aux systèmes multi-robots autonomes.

Lors de la conception de notre plate-forme de simulation multi-robots, nos préoccupations ont été les suivantes:

- Assurer l'évolution simultanée et cohérente d'un ensemble d'agents indépendants évoluant dans un environnement *continu*.
- Offrir une grande flexibilité au niveau des possibilités d'interprétation des données et ainsi permettre l'étude du système selon plusieurs points de vue, en terme d'affichage (2D, 3D) ou d'analyse de l'état interne des agents (courbes, etc.).
- Faire en sorte que ces outils soient réutilisables et évolutifs suivant nos besoins, en facilitant par exemple l'ajout d'un nouveau point de vue ou d'un nouveau modèle d'agent.

## 2. Conception d'une plate-forme multi-robots avec MADKIT

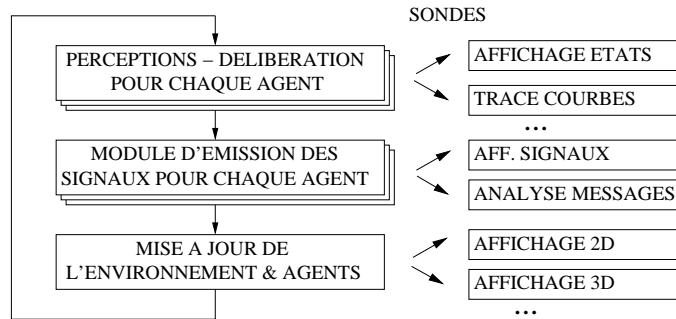
Pour réaliser notre outil de simulation multi-robots, nous avons utilisé la plate-forme MADKIT [GUT 01]. Elle n'impose aucune architecture agent a priori et propose par ailleurs des outils génériques de conception de simulateur multi-agents [MIC 01].

Ces outils nous ont notamment permis d'élaborer librement une politique d'exécution de l'ensemble du système, agents et environnement, grâce aux possibilités de l'agent *Scheduler*<sup>1</sup>. Par ailleurs, il est tout à fait possible de modifier cette gestion suivant les besoins d'une étude ou d'un modèle.

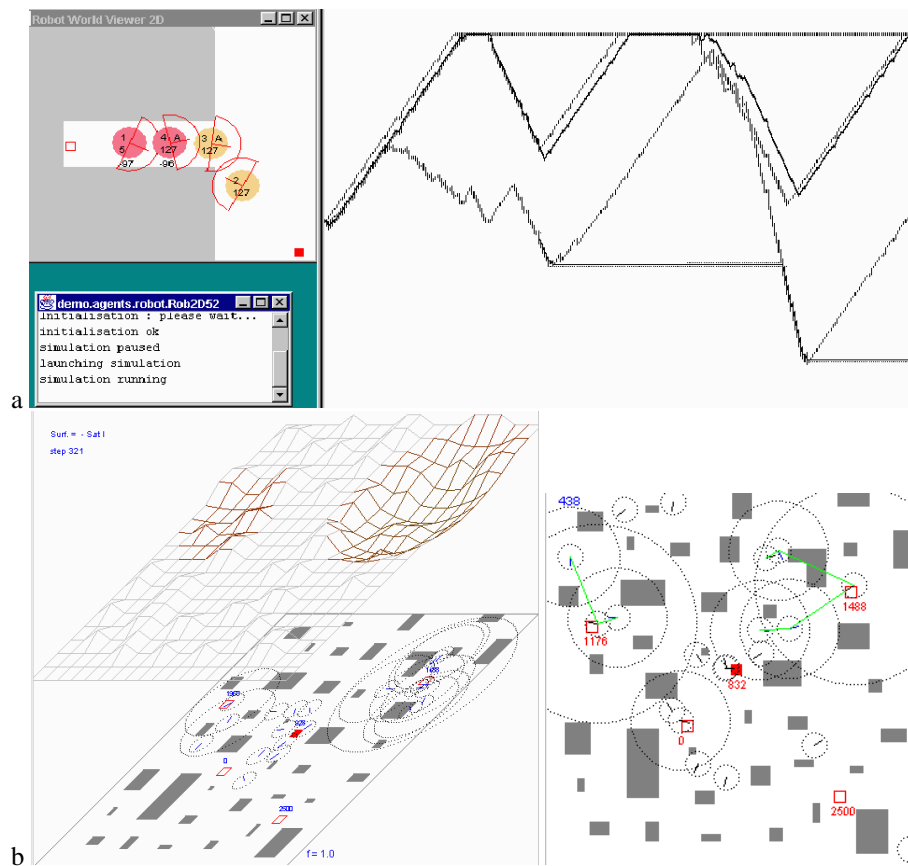
De même pour l'analyse des données de la simulation, nous avons bénéficié d'une fonctionnalité importante de ces outils. MADKIT offre la possibilité d'intégrer au simulateur des *agents-sondes* capables d'espionner les données du système. L'intérêt est de définir à loisir et a posteriori des agents qui, à partir des données brutes, expriment un point de vue sur le système. Ce principe peut être résumé par le cycle de simulation présenté en figure 1.

---

1. Partie intégrante des outils de simulation de MADKIT, cet agent offre des services liés à l'ordonnancement des étapes de la simulation (le scheduling) indépendamment de l'architecture des agents, grâce à la structure organisationnelle de MADKIT. Dans ce cadre, la gestion de l'exécution d'un agent participant à la simulation est directement liée à sa position dans l'organisation et non à son architecture, ce qui offre une grande flexibilité de contrôle.



**Figure 1.** Principe du Cycle de simulation et de ses affichages.



**Figure 2.** (a) Visualisation 2D fine d'un système de 4 robots et affichage en parallèle de leurs niveaux de satisfactions. (b) Deux représentations possibles (2D et 3D) pour le même type de simulation (robots fourrageurs).

### 3. Exploitations

Les outils de conception de la plate-forme MadKit nous ont donc permis de réaliser une plate-forme de simulation multi-robots dont les possibilités ne sont pas figées. Elle nous a notamment permis d'étudier par simulation divers systèmes robotisés:

- La résolution de conflits entre robots autonomes dans des environnements très contraints ([SIM 01]), cf. fig. 2.a,
- Le traitement des problèmes de fourragement par de nombreux robots sur de vastes environnements (modèle satisfaction-altruisme [SIM 00]), cf. fig. 2.b; la simulation de leurs communications locales, ainsi qu'une représentation dynamique 3D de leurs influences, cf. fig. 2.b,
- La mise au point d'une architecture de navigation réactive pour robots mobiles autonomes ([LUC 02]),
- L'étude d'un module d'apprentissage introduit à ce modèle [CHA 02].

### 4. Vers un outil de simulation multi-robots générique

Les simulations présentées ici sont toutes exécutées à partir du même noyau. La décomposition du simulateur en trois niveaux : modélisation du système (environnement/interaction), définition des comportements agent (individuels/ coopération) et interprétation (analyse/affichage) permet d'optimiser sa réutilisabilité. En effet, il est possible de modifier l'un de ces trois niveaux sans avoir à retoucher l'ensemble.

Nous travaillons maintenant à rendre ces outils le plus générique possible afin de les distribuer avec MADKIT, au travers d'une interface interactive simple.

### 5. Bibliographie

- [CHA 02] CHAPPELLE J., SIMONIN O., FERBER J., « How Situated Agents can Learn to Cooperate by Monitoring their Neighbors' Satisfaction », *ECAI'2002, à paraître*, Lyon, 2002.
- [GUT 01] GUTKNECHT O., MICHEL F., FERBER J., « Integrating tools and infrastructure for generic multi-agent systems », in *5th Int. Conf. on Autonomous Agents*, Montréal, 2001.
- [LUC 02] LUCIDARME P., SIMONIN O., LIÉGEOIS A., « Implementation and Evaluation of a Satisfaction/Altruism Based Architecture for Multi-Robot Systems », *ICRA'2002, à paraître*, Washington, USA, 2002.
- [MIC 01] MICHEL F., FERBER J., GUTKNECHT O., « Generic simulation tools based on MAS organization », *Modeling Autonomous Agents in a Multi-Agents World*, Annecy, 2001.
- [SIM 00] SIMONIN O., FERBER J., « Modeling Self Satisfaction and Altruism to handle Action Selection and Reactive Cooperation », *From Animals to Animats 6, SAB'2000 supplement volume*, Paris, France, 2000, p. 314-323.
- [SIM 01] SIMONIN O., FERBER J., « Modélisation des satisfactions personnelle et interactive d'agents situés coopératifs », *JFIADSMA'01*, Montreal, Canada, 2001, p. 215-226.