



**HAL**  
open science

## Apports des rôles à la construction et à l'expérimentation de modèles multi-agents pour la gestion de ressources renouvelables

Géraldine Abrami, Olivier Barreteau, Flavie Cernesson

► **To cite this version:**

Géraldine Abrami, Olivier Barreteau, Flavie Cernesson. Apports des rôles à la construction et à l'expérimentation de modèles multi-agents pour la gestion de ressources renouvelables. CABM-HEMA-SMAGET 2005 Joint Conference on Multi-Agent Modelling for Environmental Management, Mar 2005, Bourg St Maurice, France. 7 p. hal-00468027

**HAL Id: hal-00468027**

**<https://hal.science/hal-00468027>**

Submitted on 29 Mar 2010

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Apports des rôles à la construction et à l'expérimentation de modèles multi-agents pour la gestion de ressources renouvelables

*What roles can bring in designing and experimenting agent-based models used in renewable resources management*

## **Géraldine Abrami**

Cirad

TA 60/15, 73 rue Jean-François Breton, 34398 Montpellier Cedex 5 - FRANCE

Tel. 33 4 67 59 38 53

Fax 33 4 67 59 38 27

E.mail : [geraldine.abrami@cirad.fr](mailto:geraldine.abrami@cirad.fr)

## **Olivier Barreteau**

Cemagref

361 rue JF Breton BP 5035, 34033 Montpellier Cedex - FRANCE

Tel. 33 4 67 04 63 48

Fax 33 4 67 63 57 95

E.mail : [olivier.barreteau@cemagref.fr](mailto:olivier.barreteau@cemagref.fr)

## **Flavie Cernesson**

Cemagref / Engref

500 rue JF Breton BP 90054, 34033 Montpellier Cedex – France

Tel. 33 4 67 54 87 21

Fax 33 4 67 54 87 00

E.mail : [flavie.cernesson@teledetection.fr](mailto:flavie.cernesson@teledetection.fr)

## **Abstract**

The Agent-Group-Role-Formalism has been introduced in the field of computer science as a possible instantiation of an organization-centred approach of multi-agent systems (MAS). Using groups and roles in MAS design, the AGR formalism brings the focus from agents activities description to agents activities structuring.

In the field of agent-based modelling (ABM) for renewable resources management, modellers are facing complex systems where social and physical dynamics take place within various interwoven levels of organization. Using AGR formalism is a way to explicitly represent the various levels of organization of a system and their articulations.

This paper focuses on the use of roles in ABM for renewable resources management. The concept of role in computer science is first discussed. Then, different types of roles arising from an application case in the southern France Drôme river valley are described. The issue of roles composition and how it is resolved in the Drôme model is examined. The paper concludes on the contributions and on the limits that using roles brings to ABM modularity and expressivity.

## **Résumé**

*Le formalisme Agent-Groupe-Rôle propose de recourir à des abstractions organisationnelles (groupes et rôles) pour concevoir des systèmes multi-agents (SMA) selon une approche sociale, ou organisation centrée. Plutôt que de se concentrer sur les activités des agents, le concepteur d'un système AGR se concentre sur la structuration de ces activités.*

*Dans le champ de la gestion de ressources renouvelables, les modélisateurs doivent appréhender des systèmes complexes où des dynamiques sociales et physiques se déroulent dans différents niveaux d'organisation entrelacés. Le formalisme AGR permet de représenter explicitement ces niveaux d'organisation et leurs articulations.*

*Cette communication se concentre sur l'apport des rôles à la modélisation multi-agent pour la gestion de ressources renouvelables. Après avoir discuté du concept de rôle en informatique, les différents types de rôles introduits dans le modèle AGR d'une application de gestion d'étiage dans la vallée de la Drôme sont décrits. La question de la composition des rôles et la manière dont elle est résolue dans le cas de la Drôme sera examinée. Sur la base de cet exemple, un bilan des apports et limites de l'utilisation des rôles en termes d'expressivité et de modularité des modèles est dressé en conclusion.*

**Keywords :** agent-based modelling, roles, water management, Drôme

**Mots-Clé:** modélisation multi-agent, rôles, gestion de l'eau, Drôme

Le formalisme Agent-Groupe-Rôle (AGR) a été proposé par (Ferber and Gutknecht 1998) comme la réalisation possible d'une approche des systèmes multi-agents (SMA) centrée non plus sur les individus mais sur leur organisation. En introduisant les concepts de groupes et de rôles dans un formalisme complet, AGR focalise la conception d'un SMA sur la structuration des activités des agents et non plus sur la description de ces activités.

(Abrami 2004) propose d'utiliser le formalisme AGR dans le cadre de la construction de modèles multi-agents destinés à servir d'appui à la gestion de ressources renouvelables. De tels modèles doivent représenter l'articulation entre des pratiques et des processus qui se déroulent à différents niveaux d'un système. Le modélisateur est donc confronté à des systèmes complexes, dont les dynamiques, aussi bien physiques que sociales, se déroulent dans des niveaux d'organisation multiples et enchevêtrés. Le recours au formalisme AGR permet de représenter de manière explicite et modulaire les différents niveaux d'organisation d'un système : les groupes représentent des niveaux d'organisation et les rôles représentent les comportements des entités du système au sein de ces niveaux d'organisation.

(Abrami, Barreteau et al. 2003) décrit la manière dont le formalisme AGR est utilisé pour structurer l'analyse et la description d'un modèle de la gestion collective des étiages dans la basse-vallée de la Drôme. Cet article reprend la même application en s'intéressant plus particulièrement à l'utilisation des rôles dans un modèle AGR.

## **Les différents types de rôles développés dans le modèle de gestion des étiages de la Drôme**

La sociologie définit la notion de rôle comme un registre de comportements correspondant à une fonction dans un système (Rocher 1968; Ferrand 1996).

On peut identifier une première typologie de rôles dans le modèle de la Drôme : des rôles actifs représentent bien à des registres de comportements correspondant à la fonction d'une entité dans un niveau d'organisation, alors que des rôles passifs représentent les caractéristiques d'une entité visibles depuis un niveau d'organisation.

Les notions de spécialisation horizontale et verticale introduites par (Odell, Parunak et al. 2003) permettent d'aller plus loin dans la qualification des rôles développés dans le modèle.

La spécialisation horizontale d'un rôle qualifie le nombre et la complexité des actions prises en charge par ce rôle. La spécialisation horizontale qualifie donc la manière dont s'effectue la décomposition des tâches dans le modèle d'un système. La spécialisation verticale qualifie le degré de contrôle qu'un rôle a sur ses actions et les actions des autres. La spécialisation verticale qualifie donc la manière dont s'effectue l'administration des tâches dans le modèle d'un système. Des rôles de gestion « larges » verticalement sont en charge de l'administration et du contrôle de rôles plus spécialisés.

Dans les modèles de la Drôme, tous les rôles sont spécialisés horizontalement (ils sont chargés d'une tâche précise) sauf des rôles « gestionnaire », qui sont aussi les seuls à avoir un niveau de contrôle sur les autres rôles. Les rôles Manager définissent un niveau de spécialisation verticale, puisqu'ils s'occupent de la coordination des autres rôles modélisant la décision de manière spécialisée.

### **Les rôles pour modéliser des éléments de comportement**

L'utilisation de rôles permet décomposer l'action des agents, ce qui accroît la modularité des modèles :

- sur différents niveaux d'organisation
- puis au sein d'un niveau d'organisation
  - dans le temps : différentes phases de comportement
  - dans la construction de la décision : rôles pour calculer les doses, d'autres pour calculer la répartition des doses, d'autres pour calculer la gestion de crise

### **Emergence de rôles génériques**

Des rôles génériques ont émergé du développement du modèle de la Drôme. Ces rôles génériques définissent des motifs de comportement transposables à d'autres modèles de gestion de ressources.

Ainsi, des rôles « observation » et des rôles « contrôle » sont dédiés à représenter l'interface entre les niveaux d'organisation sociaux et les niveaux d'organisation physiques d'un modèle :

– dans les groupes représentant des niveaux hydrologiques, des rôles « contrôle » encapsulent l'accès aux caractéristiques modifiables de l'objet.

– dans les groupes représentant des niveaux de gestion, des rôles « observation » encapsulent l'accès aux caractéristiques observables de l'objet.

Ces rôles peuvent être utilisés pour représenter des instruments de mesure ou de contrôle, et les distorsions éventuelles entre caractéristiques perçues et caractéristiques réelles.

Dans les groupes représentant des niveaux de gestion, des rôles « gestionnaire » prennent en charge la gestion des objets du niveau, alors que des rôles « usagers » sont chargés de transmettre les règles collectives du niveau de gestion au niveau dont l'agent qui les prend en charge est gestionnaire. On pourra alors représenter les différents modes de gestion à l'aide de différents rôles « gestionnaire ».

Des rôles « technicien » sont le pendant des rôles « contrôle » puisqu'ils encapsulent les actions élémentaires qu'un agent peut effectuer sur les objets qu'il contrôle. Ils peuvent donc modéliser un savoir-faire technique

### ***Prise en charge de rôles multiples***

La motivation initiale de l'utilisation du formalisme AGR était de pouvoir rendre compte de l'interaction de niveaux d'organisation enchevêtrés. Ces interactions se résolvent alors dans la prise en charge simultanée de rôles par un agent et la composition de ces rôles.

On revient dans cette section sur toutes les questions liées à la prise en charge de rôles multiples par un agent.

### **Compatibilité des rôles**

Le comportement d'un agent se construit par le choix d'un ensemble de modalités de rôles spécialisés dans la description d'un élément de son comportement. Une fois les problèmes informatiques de composition de rôles réglés, les contraintes portant sur le choix d'une modalité ne relèvent plus que d'hypothèses sur la compatibilité des modalités de ces rôles spécialisés. Le choix des modalités des différents rôles d'un agent revient à un travail sur la construction de typologies de comportements. Le gain en modularité au sein d'un même modèle apporté par le concept de rôle se mesure à la facilité accrue pour définir des types d'individus par la donnée de l'ensemble des modalités de rôles qu'ils prendront en charge durant la simulation. Ce travail est effectué « à la main » par l'utilisateur, mais une perspective serait de simuler plusieurs campagnes et définir des critères permettant aux agents de changer de modalité de rôle entre 2 campagnes.

### **Compositions temporelle et informationnelle**

La composition de rôles portés simultanément représente un enjeu important puisque c'est ainsi que se traduit la superposition de niveaux d'organisation. Il faut alors assurer que les différents rôles portés par un agent ne créent pas de conflits, ne se contredisent pas et puissent agir ensemble. Cette composition prend 2 formes :

– coordination des rôles agissant simultanément : afin de limiter les problèmes de coordination, l'implémentation d'AGR effectuée par (Abrami 2004) n'autorise pas

les entités à traiter plus d'un événement, défini par l'agent ou par un de ses rôles, par cycle de simulation. Ce mécanisme est limité car les rôles d'une entité peuvent être activés au cours d'un cycle de simulation sans qu'il y ait traitement d'un événement, et le modélisateur doit donc recourir à l'envoi d'influences pour mettre en œuvre ce type de coordination.

– assimilation de l'information issue de différents rôles, et planification des actions dans différents rôles. Le problème est alors d'ordre cognitif et ne peut alors se réduire à de la coordination temporelle. Dans le niveau de développement actuel de , l'implémentation d'AGR effectuée par (Abrami 2004), on ne peut alors agir qu'au cas par cas, en définissant des règles spécifiques au niveau des agents, ou de rôles non spécialisés comme les rôles « gestionnaire ». Ainsi, si on étendait le modèle de la Drôme à des exploitations possédant plusieurs pompes leurs donnant accès à différentes sources d'approvisionnement, il faudrait doter les rôles « gestionnaire » de nouvelles méthodes capables de planifier l'irrigation sur plusieurs ressources, ou créer un nouveau type de rôle dédié à cet effet.

Cette composition informationnelle montre que le formalisme AGR permet de définir un cycle de décision alternatif, où la perception de l'environnement ou des règles collectives, la prise de décision, et l'action sont représentés dans des rôles spécialisés, alors que l'agent est responsable du choix de ces rôles spécialisés.

### **Ajout de rôles**

Il s'agit ici d'examiner les conséquences qu'a cette composition de rôles sur la capacité à introduire de nouveaux rôles dans un modèle. L'introduction de nouveaux rôles peut prendre deux formes :

– définition d'une nouvelle variante à un type de rôle déjà existant. Ce type d'ajout ne pose pas de problèmes dans la plupart des cas, puisque les rôles amènent précisément une modularité permettant de définir facilement de nouvelles variantes de comportements. Il est cependant des cas où la définition d'une nouvelle variante de rôle demande à propager des modifications dans d'autres éléments des modèles. Ainsi lors de l'introduction de nouveaux rôles de semis diversifiant les assolements disponibles, il a fallu redéfinir les conditions de prise en charge et d'abandon des rôles représentant les différentes phases de la saison de culture afin de parvenir à gérer plusieurs types d'assolements.

On peut généraliser : des difficultés apparaissent quand l'introduction d'une nouvelle variante d'un rôle modifie l'ordre de prise en charge d'autres types de rôles. Il faut alors propager des modifications au niveau des agents, ou au niveau d'autres rôles responsables de décisions de gestion ;

– définition d'un nouveau type de rôle, pour représenter des hypothèses de comportement non encore prises en compte. Il devient de plus en plus difficile de rajouter (et encore plus d'enlever) un nouveau type de rôle, ou de règle collective, au fur et à mesure que le modèle se complexifie puisqu'il y aura plus de rôles avec lesquels ce comportement est susceptible de rentrer en interaction à qui propager des modifications. Ainsi il a fallu revoir entièrement la manière dont se faisait la gestion de l'irrigation en la décomposant en plusieurs types de rôles pour rajouter des modalités concernant la gestion des calendriers ou la gestion des crises.

## **Conclusion**

Un objectif de l'utilisation du formalisme AGR était de fournir des objets permettant de représenter de manière explicite la participation d'une entité à un niveau d'organisation.

Les rôles permettent de représenter des éléments de comportement, ou des points de vue relatifs à un niveau d'organisation. Tous les rôles développés dans le modèle de la Drôme sont très spécialisés, dédiés à la représentation d'une ou deux actions élémentaires, sauf les rôles de type « gestionnaire », qui ont la charge de prendre des décisions sur les niveaux d'organisation dont ils sont responsables. La modularité amenée par les rôles permet ainsi de pouvoir définir plusieurs types de stratégies de décisions que les agents peuvent prendre en charge indépendamment de leurs autres rôles et faire évoluer. Les rôles « observation », « contrôle », « gestionnaire » et « usager » ont une portée générique : leurs liens forment des motifs réutilisables et ils peuvent être redéfinis pour d'autres application à la gestion de l'eau ou d'autres ressources.

Un autre objectif de l'utilisation du formalisme AGR était de pouvoir rendre compte de l'interaction de niveaux d'organisation enchevêtrés. Cette interaction se résout dans la composition de rôles par les agents. Les modes de composition de rôles sont de 2 types : coordination temporelle et composition « informationnelle ». La prise en charge de rôles multiples par un agent peut aussi s'étudier en terme de compatibilité des différents rôles pris en charge durant une simulation : la stratégie d'un agent peut alors être définie par la donnée des différentes variantes de rôles qu'il prendra en charge durant la simulation.

Cette possibilité de définir des stratégies par la donnée d'une combinaison de rôles illustre le gain en modularité amené par le formalisme AGR : il est aisé d'exprimer des nouvelles variantes de stratégies en définissant de nouvelles variantes de rôles. L'ajout de nouvelles hypothèses de comportements par l'insertion de nouvelles familles de rôles dans un modèle existant est possible mais peut s'avérer de plus en plus problématique au fur et à mesure que le modèle se complexifie, car il faut alors propager des modifications aux différents rôles pris en charge par les agents concernés.

La décomposition du système en groupes et en rôles, et l'obligation de toujours exprimer la participation d'un agent dans un groupe par un rôle et de restreindre les interactions entre agents aux interactions via des rôles pris en charge dans un même groupe a pour conséquence de multiplier le nombre de classes à définir pour développer un modèle.

Ainsi certains rôles ne sont créés que par la nécessité d'exprimer la participation d'un agent à un groupe. On peut cependant toujours penser que l'introduction d'un nouveau rôle n'est jamais inutile, et permet d'explicitier et de formaliser la participation d'une entité à un niveau d'organisation.

Cette multiplication d'objets à définir, qui représente une complexité initiale accrue pour le modélisateur est sans doute le prix à payer pour forcer à l'explicitation d'hypothèses sur les modes d'actions des agents dans les différents niveaux d'organisation. Le formalisme AGR apporte donc un supplément descriptif dans la structure même du modèle, et sans doute est-il propice à la construction de

modèles « KIDS - Keep It Descriptively Stupid » : pour (Edmonds and Moss 2004) il peut être utile, dans la modélisation de systèmes complexes, de recourir à une approche « KIDS », qui se propose de représenter de manière explicite toutes les informations disponibles sur un système, quitte à éliminer par la suite celles qui s'avèrent ne pas avoir d'importance, plutôt qu'à une approche KISS - Keep it Simple Stupid, qui fait le choix initial de ne représenter que les hypothèses apparaissant strictement nécessaires, au risque de passer à côté d'interactions importantes.

Le choix d'utiliser un formalisme structuré tel qu'AGR repose donc sur un équilibre entre exigence de simplicité et exigence d'explicitation des hypothèses sur un système.

Abrami, G. (2004). Niveaux d'organisation dans la modélisation multi-agents pour la gestion de ressources renouvelables. Application à la mise en œuvre de règles collectives de gestion de l'eau agricole dans la basse-vallée de la Drôme. Sciences de l'eau, Engref Montpellier.

Abrami, G. , O. Barreteau, et al. (2003). Implementing the Agent-Group-Role architecture in an irrigation water management application. 4th workshop on agent-based simulation, Montpellier, France, SCS.

Edmonds, B. and S. Moss (2004). From KISS to KIDS – an ``anti-simplistic" modelling approach. Joint Workshop on Multi-Agent and Multi-Agent-Based Simulation, New York City, USA.

Ferber, J. and O. Gutknecht (1998). A meta-model for the analysis and design of organizations in multi-agents systems. ICMAS'98, Paris, IEEE Computer Society.

Ferrand, N. (1996). De l'apport potentiel de la sociologie pour l'ingénierie des systèmes sociaux artificiels. 5emes Journées de Rochebrune, ENST Paris.

Odell, J., H. V. D. Parunak, et al. (2003). "The role of roles." Journal of Object Technology 2(1): 39-51.

Rocher, G. (1968). Introduction à la sociologie générale. Tome 1 : l'action sociale, Editions HMH.