

AUTOMATISATION D'UN GESTIONNAIRE DE PARC DANS LE CADRE DU PROJET SIMPARC

Alessandro Sordoni¹, Jean-Pierre Briot¹, Vinicius Sebba Patto¹, Eurico Vasconcelos² et Marta Irving³

¹ Laboratoire d'Informatique de Paris 6, Université Pierre et Marie Curie, Paris

² Faculdade de Tecnologia (FTEC), Caxias do Sul, RS, Brésil

³ Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, RJ, Brésil

alessandro.sordoni@lip6.fr

Résumé - *La gestion participative des espaces protégés (et en particulier des parcs naturels) est une approche récente visant à assurer la protection de la biodiversité et les aspects sociaux associés. Cette approche décisionnelle ascendante met l'accent sur les acteurs sociaux impliqués dans la gestion des espaces protégés : la résolution des situations conflictuelles par la négociation est l'objectif principal de cette politique. Le projet SIMPARC a été conçu afin d'explorer et former à la gestion participative des parcs naturels. Dans ce papier, nous nous concentrons sur l'agentification d'une partie de ce système : celle concernant le gestionnaire du parc. Face à la modélisation d'un décideur, nous proposons une architecture mixte composée en deux étapes séquentielles. L'agent élabore d'abord sa décision personnelle, qui est ensuite révisée à la lumière des opinions des acteurs sociaux. Nous proposons de modéliser la phase de décision grâce à un système de décision par argumentation. Héritant des techniques du choix social, nous complétons notre architecture en formalisant une méthode permettant de modéliser la prise de décision dans un cadre participatif.*

Mots clés - Simulation sociale, gestion participative, jeux sérieux, multiagents, décision, argumentation

1 Introduction

Le travail présenté dans ce document est motivé par le désir d'employer l'outil informatique dans le cadre de la gestion participative et durable des ressources naturelles (ex : parc naturels), afin d'assurer la protection de la biodiversité. Notons qu'il s'agira surtout de prendre en compte la pluralité des actions et acteurs, pour tenter de proposer un équilibre propice à l'entreprise de chacun. En effet, là où la biodiversité est menacée, les gestionnaires des parcs établissent parfois des zones protégées dans une optique de conservation du patrimoine naturel. Cependant, les différents acteurs de la zone n'étant pas associés au processus de décision, conflits et incompréhensions ne manquent pas de surgir. Dans un tel contexte, cette approche décisionnelle descendante (top-down) se révèle inefficace pour atteindre les objectifs environnementaux visés.

C'est là qu'intervient la gestion participative, définie comme une situation dans laquelle les acteurs sociaux négocient et définissent entre eux leurs droits, fonctions, responsabilités quant à la gestion d'un territoire, d'une zone ou d'un ensemble donné de ressources naturelles [BF00].

Cette approche décisionnelle ascendante (bottom-up) vise à mettre l'accent sur le rôle des parties-prenantes (ex : communautés, opérateurs de tourisme, ONG ambientalistes) lors de la gestion des espaces protégés. Elle a été l'un de principes clés lors de la récente Convention sur la Biodiversité [Irv06]. La gestion participative implique l'existence d'un patrimoine commun à toutes les parties : la résolution des situations conflictuelles par la négociation devient l'objectif principal de cette politique.

Il nous paraît dès lors intéressant d'utiliser les systèmes multi-agents - couplés à des techniques diverses - pour construire un outil, à la fois pédagogique et épistémique. Il s'agirait d'assister la négociation jusqu'à la prise de décision. Plus précisément, nous voudrions aider les acteurs sociaux à d'abord comprendre les raisons des conflits existants, pour ensuite négocier des stratégies tendant à les résoudre. La technologie multi-agents est particulièrement adaptée à la mise en oeuvre de telles applications. En effet, l'emploi d'agents autonomes, cognitifs et sociaux [Woo01] peut automatiser les processus de négociation, la prise de décision ainsi qu'augmenter l'autonomie du système.

Ainsi, nous proposons de nous concentrer plus précisément sur l'agentification d'une partie du système existant : celle concernant le gestionnaire du parc. Tout d'abord, il s'agit de présenter dans le détail le projet SimParc, en identifiant précisément les parties vers lesquelles se sont concentrées nos recherches.

2 Le projet SimParc

2.1 Cadre

Le projet SimParc (*Simulation Participative des Parcs*) a été conçu pour explorer la gestion participative des parcs naturels. Le premier cas d'étude abordé a été le parc national de Tijuca, à Rio de Janeiro. Là-bas, la conservation et la restauration se heurtent tout à la fois à l'avancement de l'exploitation urbaine et à la présence de communautés indigènes. La pollution des eaux, l'utilisation touristique et l'occupation irrégulière représentent d'autres exemples de situations conflictuelles. Dans ce cadre, il est important de mettre en place une politique environnementale issue de la négociation entre les acteurs sociaux. Parmi eux, distinguons les communautés locales, les opérateurs de tourisme, les agences publiques et les ONGs. Le but du projet est donc d'aider les acteurs sociaux à comprendre les différents conflits et l'importance du dialogue pour une meilleure gestion du parc.

Afin de concilier l'aspect pédagogique et épistémique du projet dans une approche ludique, nous avons hérité des techniques utilisées par le mouvement ComMod (*Companion Modeling*). Leur méthode, appelée MAS/RPG [Bar03], fait appel à la simulation multi-agent (MAS) couplée avec un jeu de rôle (RPG) dont les participants représentent les différents acteurs sociaux. Chacun d'eux joue son rôle et prend des décisions en fonction de ses objectifs à atteindre. De ce fait, les joueurs utilisent le système comme un "laboratoire social", la phase de simulation permettant d'évaluer les effets des décisions prises sans l'occurrence de conséquences réelles [Bar03].

Le projet simParc se base sur une évolution appelée "*Simulation Participative Multi-Agents*" [GH06]. Désormais, les joueurs accèdent directement à la simulation par le biais d'un environnement graphique. Les communications s'effectuant sur le réseau, l'enregistrement du déroulement des opérations est automatisé : il est donc possible d'utiliser ces données pour élaborer des analyses plus précises. Dans ce cadre, le remplacement des joueurs humains par

des joueurs virtuels est envisageable. Le but s'avère au final de pouvoir effectuer une simulation quel que soit le nombre des joueurs à disposition, les rôles non attribués étant interprétés par des agents artificiels [ACS07].

2.2 Structure

Dans SimParc, l'environnement du parc est modélisé avec une carte agrémentée d'icônes : celles-ci représentent les ressources naturelles, appelées aussi objets d'intérêt, présentes dans la région. Comme indiqué en [BVA⁺08], le parc est divisé en zones (unités de paysage) indépendantes ce qui signifie que les intervenants sont appelés à exprimer leur avis sur chaque zone indépendamment. Cette hypothèse forte contribue à simplifier la modélisation du processus décisionnel. La négociation porte sur les politiques de conservation pour chaque zone : la loi [Bré06] établit un ensemble de neuf politiques possibles, de la plus restrictive à la plus flexible. La Fig. 1 illustre le cycle d'exécution en SimParc. Le jeu commence par l'assignation des rôles aux joueurs (Etape 1). Chacun d'entre eux représente un acteur social (les communautés locales, les opérateurs de tourisme, les agences publiques, les ONGs). Après avoir pris connaissance de leurs objectifs, ils décident du niveau de conservation à appliquer à chaque zone (Etape 2).

La négociation se fait lors de l'étape suivante ; les joueurs construisent collectivement une connaissance des enjeux du parc par le biais d'un processus argumentatif. Ils peuvent alors à tout moment réviser leur jugement initial et revenir sur leur décision au moment d'établir leur choix définitif (Etape 3-4). Cela dépend bien évidemment de la force des arguments avancés par chacun des participants au cours du débat. Le gestionnaire du parc revêt un rôle spécial

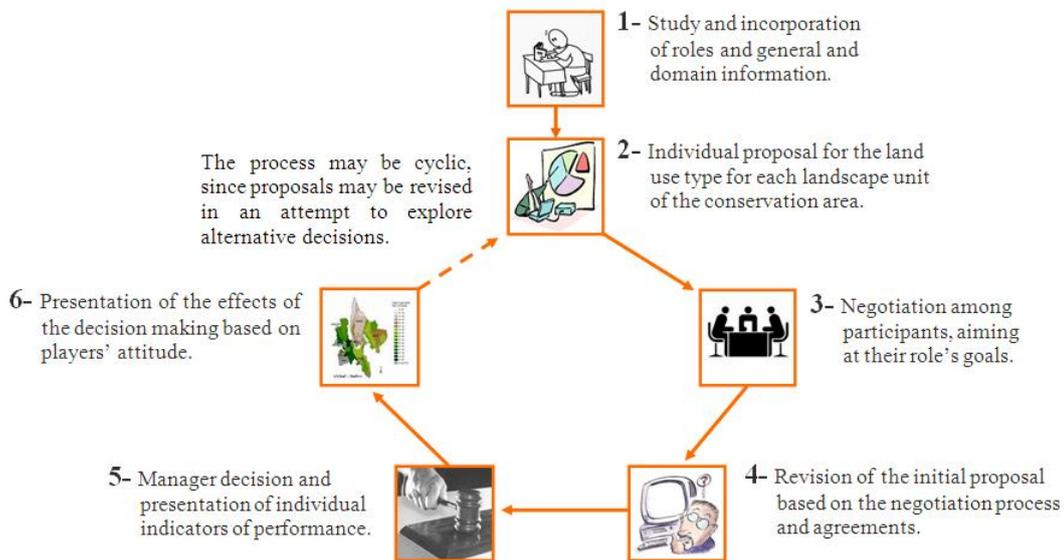


FIGURE 1 – Le cycle d'apprentissage en SIMPARC

(Etape 5). Il observe le résultat de la négociation entre les joueurs et décide de la politique à utiliser sur chaque zone. Sa décision est influencée par plusieurs facteurs : le résultat de la

négociation, son profil préférentiel (conservateur strict ou plus ouvert aux questions sociales) et le respect des obligations légales [Irv06]. En effet, chaque politique d’usage ayant des conditions d’applicabilité précises, le gestionnaire assume le rôle d’*expert* dont les décisions sont influencées, dans les limites de la législation, par celles des joueurs.

La décision prise, le système calcule automatiquement des indices de performance pour chaque joueur en comparant leurs décisions à celle du gestionnaire. Notre désir n’étant pas de faire évoluer le jeu dans un environnement compétitif, les informations transmises restent privées à chaque joueur. De cette manière, nous entendons stimuler un mécanisme d’autoévaluation en évitant des comparaisons inter-joueur [BVA⁺08] (Étape 5). Le jeu se poursuit par la simulation des effets des politiques choisies (Étape 6). Sur la base de ces évidences, les participants peuvent une nouvelle fois réviser leur choix, réactivant ainsi le cycle d’apprentissage [BGI07].

2.3 Insertion d’agents artificiels

La quantité de ressources humaines – joueurs et gestionnaire – nécessaires au fonctionnement du système peut représenter une contrainte forte au bon déroulement de la simulation. Le remplacement des acteurs humains par des agents artificiels représente une solution viable afin d’augmenter son autonomie. Il serait ainsi possible d’effectuer la simulation quel que soit le nombre des joueurs à disposition.

Nous avons prévu d’ajouter trois types d’agents artificiels : les joueurs artificiels, les agents assistants et l’agent gestionnaire. Dans ce document, nous nous concentrons sur la conception et l’implémentation de l’agent artificiel jouant le rôle du gestionnaire du parc. Nous illustrons dans le détail le rôle du gestionnaire, en identifiant précisément les problématiques rencontrées lors de son agentification.

3 L’agent gestionnaire

3.1 Objectifs

Précédemment, nous avons pu observer combien la gestion participative met l’accent sur le rôle des acteurs sociaux lors du processus décisionnel. Pourtant, le gestionnaire du parc seul possède le pouvoir nécessaire pour rendre effectives les politiques de conservation collectivement concertées. Celui-ci assume le rôle d’expert qui, connaissant les conditions d’applicabilité des différentes politiques, décide de la validité des choix issus de la négociation sociale. Nous sommes donc confrontés à la modélisation d’un expert qui puisse concilier sa propre opinion, la volonté sociale et les contraintes législatives.

Modélisation du profil préférentiel ; Le profil préférentiel du gestionnaire détermine sa sensibilité quant aux enjeux du parc. En héritant de la terminologie de l’aide à la décision, nous pouvons génériquement affirmer qu’un profil préférentiel est représenté par une *relation de préférence* sur l’ensemble de neuf politiques de conservation. A présent, distinguons deux profils : *Préservationniste* – sensible à la conservation des ressources naturelles, à la récupération des zones endommagées et à l’exploitation contrôlée du tourisme dans les zones pauvres en biodiversité – et *Socio-conservateur* – sensible aux enjeux sociaux, à l’exploitation du tourisme et aux besoins des communautés locales.

Pour donner une définition plus précise du profil préférentiel, il est essentiel de prendre en compte la nature non-linéaire des politiques de conservation : il est à priori impossible de

créer une bijection entre profil préférentiel et relation de préférence. En effet, cette dernière est fortement dépendante des ressources du parc. Il est donc nécessaire que l'agent gestionnaire soit doté de méthodes d'analyse des réalités du parc lui permettant de définir dynamiquement ses préférences.

Elaboration de la décision participative ; Nous avons montré que le gestionnaire doit être configuré non pas de manière unilatérale, mais de façon à pouvoir réviser son jugement en fonction du résultat de la négociation. Il est donc souhaitable que l'agent artificiel puisse engendrer un préordre – pas nécessairement total – sur les choix admissibles. De cette façon, on pourra utiliser des méthodes propres à l'aide à la décision pour établir des compromis profitables à l'entreprise de chaque intervenant. En outre, étant en mesure de calculer la *distance* entre deux choix, il serait possible de fournir des indicateurs de performance plus précis.

Agent expert ; La prise en compte des contraintes législatives implique l'existence de règles restreignant ses possibilités de décision. Il est impératif que ces règles soient respectées. Dans le cas contraire, la validité de l'apprentissage serait compromise, la délibération concernant des choix non viables.

Explication du choix effectué ; Enfin, afin de favoriser le processus d'apprentissage, l'agent gestionnaire doit être capable d'expliquer ses décisions aux joueurs. Plus précisément, nous nous contenterons d'engendrer des traces d'explication desquelles le contenu sémantique peut être inféré.

3.2 Architecture

Nous présentons ici l'architecture de notre agent gestionnaire. A notre sens, la séquentialisation des étapes décisionnelles permet à la fois de modéliser des comportements cognitifs complexes et de fournir des explication sémantiquement efficaces.

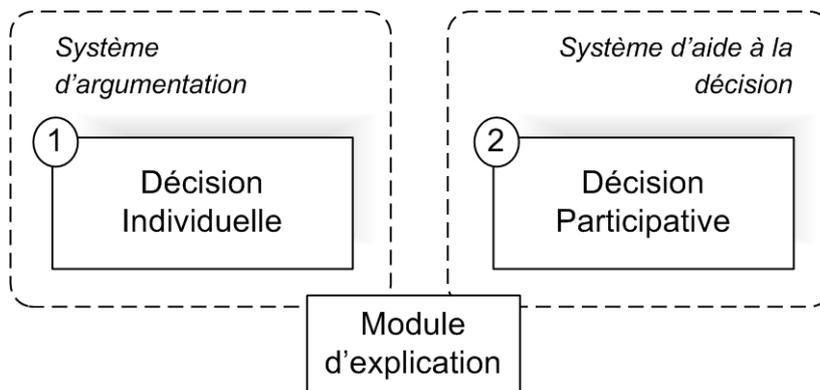


FIGURE 2 – Architecture de l'agent gestionnaire.

Pour adhérer à une telle approche, choisissons de procéder comme illustré en Fig 2. Lors de la première étape, l'agent construit sa décision individuelle : il décide du niveau de conservation à appliquer à chaque zone. Afin de modéliser ce comportement, nous proposons un système de décision par argumentation. L'étape suivante de notre approche consiste à engendrer

une décision participative en prenant en compte les préférences des joueurs. La décision individuelle est ainsi révisée afin de trouver un compromis profitable à l'entreprise de chaque intervenant.

3.2.1 Décision Individuelle

Récemment, l'étude de l'argumentation en tant que processus de décision a attiré l'attention de la communauté multi-agent. Les agents autonomes et sociaux doivent être en mesure à la fois de gérer les informations provenant d'un environnement ouvert et dynamique et de délibérer suivant des profils préférentiels complexes. Généralement, les interactions sociales apportent des nouvelles informations aux agents; les profils préférentiels doivent donc être dynamiques afin de prendre en compte les connaissances acquises. Dans [Dun95], Dung légitime l'argumentation comme un outil valable pour la modélisation du raisonnement épistémique sous hypothèse de monde ouvert, jusqu'alors abordé par les logiques non-monotones. Les systèmes d'argumentation deviennent ainsi une approche reconnue pour le raisonnement sur des connaissances incomplètes, voire incohérentes. Récemment, quelques travaux ont considéré les possibilités de ces systèmes concernant la modélisation du raisonnement pratique [RA06]. Ce type de raisonnement est le vecteur de la prise de décision. Il s'appuie sur une base de connaissances, est orienté par les buts et il est relatif aux actions possibles envisagées. Il est possible que des connaissances cohérentes puissent générer des désirs conflictuels. Un agent devrait évaluer les avantages et les inconvénients avant de poursuivre un désir. Adhérant à une telle approche, les systèmes d'argumentation permettent d'analyser les interactions entre les arguments afin de déterminer un ensemble de désirs à poursuivre.

La modélisation du raisonnement épistémique non-monotone perd son intérêt si l'on fait l'hypothèse de monde clos. Il est facile de constater que les connaissances du gestionnaire n'évoluent pas pendant son exécution. Cependant, nous avons l'exigence de concevoir un agent capable de fournir de traces de raisonnement en appui à ses décisions; notre intention est de créer des conditions favorables au bon déroulement du cycle d'apprentissage. A notre sens, observer le processus décisionnel en tenant trace des interactions entre arguments représente un moyen pour engendrer des explications sémantiquement efficaces : les conflits entre arguments sont reportés, en aidant l'utilisateur à mieux comprendre le chemin inférentiel sous-jacent aux décisions de l'agent.

Nous développons donc notre agent artificiel en nous basant sur les travaux de Rahwan et Amgoud [RA06]. L'idée principale est d'utiliser le système d'argumentation afin de sélectionner les désirs que l'agent poursuivra : les enjeux et les dynamiques du parc naturel sont considérées afin de déterminer les objectifs à atteindre. Le processus décisionnel s'applique ensuite aux actions, c'est-à-dire les politiques de conservation, qui satisfont *au mieux* les objectifs sélectionnés.

3.2.2 Décision Participative

Malgré les idéaux sous-jacents à la gestion participative, nous pouvons mesurer un large spectre de gestionnaires de parc, des plus autocratiques jusqu'aux plus démocratiques, selon l'influence accordée aux acteurs sociaux lors de la décision finale. Nous proposons une méthode, issue des techniques de la théorie du choix sociale, où l'attitude participative du gestionnaire est modélisée comme un paramètre du système.

En présence d'un nombre limité d'acteurs, un décideur humain comparerait sa décision avec

celle de chaque joueur afin de trouver des correspondances. Plus précisément, nous voudrions que le décideur soit capable de pondérer les choix des joueurs. Ce concept est illustré en Fig 3.

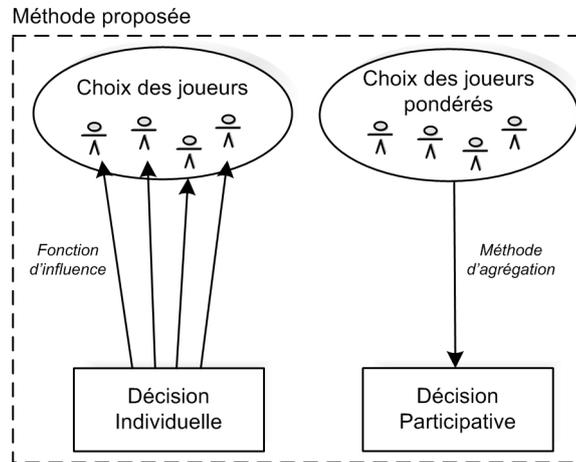


FIGURE 3 – Décision participative de l'agent gestionnaire.

Le processus est structuré en deux phases. Dans un premier temps, le gestionnaire pondère les choix des joueurs par le biais d'une fonction d'influence correspondant à son attitude participative. Une influence plus prononcée identifie des managers plus autocratiques. Ensuite, les choix des joueurs ainsi modifiés sont synthétisés en utilisant une méthode d'agrégation (ex : l'intégrale de Choquet [Cho53]). Le choix ainsi obtenu constitue la décision participative du gestionnaire.

Pour une description détaillée de l'architecture du gestionnaire, du formalisme sous-jacent et un exemple développé de décision à base d'arguments, nous invitons le lecteur à se référer à [Sor08].

4 Conclusions

L'architecture présentée dans ce papier a été implantée en utilisant la plateforme multiagents Jason [BWH07]. Les premiers tests ont été satisfaisants, les décisions prises par l'agent artificiel ayant été validées par des experts du domaine. L'intégration de l'agent gestionnaire au prototype informatique du jeu est en cours. Ce dernier a fait l'objet d'une présentation officielle en Janvier 2009 à Rio de Janeiro. Le prototype a été de support au jeu en présence de joueurs experts (gestionnaires de parcs et experts en biodiversité). Nous avons effectué deux sessions de tests grâce auxquelles nous avons pu collecter un nombre important d'informations sur la portée pédagogique du jeu et sur l'ergonomie du prototype. Dans le but d'en augmenter l'autonomie et faciliter son utilisation, la prochaine étape du développement de SimParc concernera la réalisation des différentes sortes d'agents artificiels. De ce fait, nous envisageons d'ajouter des agents assistants (en cours de développement) – responsables de faciliter l'exploration du prototype informatique par l'utilisateur humain – et des agents joueurs artificiels (en cours de conception). Qui plus est, nous sommes en train d'explorer

les applications possibles de notre projet dans d'autres types de simulation sociale anthropocentrée. Pour toutes informations supplémentaires sur le projet SimParc, nous invitons le lecteur à se référer à la page Web : "http://www-desir.lip6.fr/~briot/simparc/".

Références

- [ACS07] D.F. Adamatti, H. Coelho, and J.S. Sichman. Virtual players : From manual to semi-autonomous rpg. International Modeling and Simulation Multiconference 2007 (IMSM07), 2007. Buenos Aires, Argentina.
- [Bar03] O. Barreteau. *The Joint Use of Role-Playing Games and Models Regarding Negotiation Processes : Characterization of Associations*. Vol. 6, No 2., 2003.
- [BF00] G. Borrini-Feyerabend. *La gestion participative des ressources naturelles. Organisation, apprentissage par l'action*. Kasperek Verlag, 2000.
- [BGI07] J-P. Briot, P. Guyot, and M.A. Irving. Participatory simulation for collective management of protected areas for biodiversity conservation and social inclusion. In Norbert Giambiasi Fernando Barros, Claudia Frydman and Bernard Ziegler, editors, *AIS-CMS'07 International Modeling and Simulation Multiconference (IMSM'07)*, pages 183–188. The Society for Modeling Simulation International (SCS), 2 2007. isbn : 978-2-9520712-6-0.
- [Bré06] Brésil. *Decreto 5.758 de 13 de abril de 2006, que institui o Plano Nacional Estratégico de Áreas Protegidas*. Brasília, Brésil, 2006.
- [BVA⁺08] J.-P. Briot, E. Vasconcelos, D. Adamatti, V. Sebba, M. Irving, S. Barbosa, V. Furtado, and C. Lucena. A computer-based support for participatory management of protected areas : The simparc project. *XXVIIIth Congress of Computation Brazilian Society (CSBC/SEMISH'08), Belem, Brésil*, pages 1–15, Juillet 2008.
- [BWH07] Rafael H. Bordini, Michael Wooldridge, and Jomi F. Hübner. *Programming Multi-Agent Systems in AgentSpeak using Jason (Wiley Series in Agent Technology)*. John Wiley & Sons, 2007.
- [Cho53] G. Choquet. Theory of capacities. *Annales de l'Institut Fourier*, 5 :131–295, 1953.
- [Dun95] P. M. Dung. On the acceptability of arguments and its fundamental role in nonmonotonic reasoning, logic programming and n-person games. *Artificial Intelligence*, pages 321–357, 1995.
- [GH06] P. Guyot and S. Honiden. Agent-based participatory simulations : Merging multi-agent systems and role-playing games. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 9(4) :8, 2006.
- [Irv06] M.A. Irving. *Áreas Protegidas e Inclusão Social : Construindo Novos Significados*. Rio de Janeiro : Aquarius, 2006.
- [RA06] I. Rahwan and L. Amgoud. An argumentation based approach for practical reasoning. In *AAMAS'06 : Proceedings of the fifth international joint conference on autonomous agents and multiagent systems*, pages 347–354, New York, NY, USA, 2006. ACM.
- [Sor08] A. Sordoni. Conception et implantation d'un agent artificiel dans le cadre du projet SimParc. *Mémoire de Master*, 2008.

Automatisation d'un gestionnaire de parc dans le cadre du projet SIMPARC

[Woo01] M. Woolridge. *Introduction to Multiagent Systems*. John Wiley and Sons, 2001.