



ETUDE DE LA NEGOCIATION DANS LE CADRE D'UN JEU DE ROLE SUR LE SYLVOPASTORALISME

Rapport de stage de DEA IARFA

Présenté par Pierre RUFFEZ

Maître de stage : Christophe LE PAGE

Enseignant responsable : Alexis DROGOUL

Soutenu le 17 septembre 2003

1	INTRODUCTION	6
2	GESTION DE RESSOURCES NATURELLES ET NEGOCIATION :	
	L'APPORT DES SMA.....	7
2.1	De l'intelligence artificielle distribuée à la gestion de ressources naturelles	7
2.2	Un protocole de description de la négociation : solution pour un système hybride et distribué.....	8
2.3	La négociation dans les SMA.....	9
3	LE MODELE SYLVOPAST	10
3.1	La gestion sylvopastorale en forêt méditerranéenne	10
3.2	Le modèle SYLVOPAST.....	11
3.3	Le Jeu de rôle SYLVOPASTJEU.....	12
3.4	Les résultats du jeu de rôle	13
3.5	Vers la réalisation du jeu de rôle SYLVOPASTJEU sous forme distribuée et hybride.....	13
4	DISTRIBUTION DE LA PLATE FORME SMA CORMAS	14
4.1	Objectif.....	14
4.2	Le modèle MVC.....	14
4.3	Solution technique	15
4.4	Réalisation et application à Sylvopast.....	15
5	NEGOCIATION DANS SYLVOPAST	17
5.1	Objectif.....	17
5.2	Le cadre	17
5.3	La négociation autonome	21
6	CONCLUSION & PERSPECTIVES	22
6.1	Compréhension des comportements à partir d'analyse des parties a posteriori	23
6.2	Modélisation d'accompagnement et modélisation participative automatisée	23
7	BIBLIOGRAPHIE	24
8	ANNEXES.....	27
8.1	Diagrammes de transitions du modèle Sylvopast [Etienne, M. 2003].	27
8.2	Diagrammes de séquences du modèle Sylvopast [Etienne, M. 2003]	28
8.3	Tutorial de SylvoPast version distribuée.....	31
8.4	Charte ComMod.....	33
8.5	Action Spécifique « Conception participative de modèles de simulations orientées agent ».....	40

<i>figure 1.</i>	<i>protocole de SIAN.....</i>	<i>10</i>
<i>figure 2.</i>	<i>Représentation Spatiale de SYLVOPASTJEU</i>	<i>12</i>
<i>figure 3.</i>	<i>modèle MVC</i>	<i>14</i>
<i>figure 4.</i>	<i>Architecture de la version distribuée.....</i>	<i>16</i>
<i>figure 5.</i>	<i>Schéma des classes décrivant le langage</i>	<i>17</i>
<i>figure 6.</i>	<i>Un exemple d'engagement.....</i>	<i>20</i>
<i>figure 7.</i>	<i>Le protocole de négociation du modèle Sylvopast.....</i>	<i>21</i>
<i>figure 8.</i>	<i>Etats de transition d'une zone d'herbe à une zone boisée, en tenant compte des incendies potentiels</i>	<i>27</i>
<i>figure 9.</i>	<i>Etats de transition d'une zone d'herbe à une zone boisée, en tenant compte des actions des joueurs</i>	<i>27</i>
<i>figure 10.</i>	<i>Diagramme type séquence du fonctionnement global</i>	<i>28</i>
<i>figure 11.</i>	<i>Diagramme de séquence du modèle SYLVOPAST</i>	<i>29</i>
<i>figure 12.</i>	<i>Diagramme de séquence UML détaillant la gestion pastorale</i>	<i>30</i>

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier :

- Christophe Le Page, mon maître de stage, pour son attention et son encadrement.
- Michel Etienne et Marie Fayein pour leur collaboration sur le projet Sylvopast.
- Pierre Bommel, pour son aide notamment durant la phase de distribution.
- Toute l'équipe GREEN pour s'être intéressée à mon travail, et m'avoir conseillé.
- Panom Sack, Paolo, Morshed, Charles et Sébastien pour les échanges de point de vue au cours de nos stages ou formations respectives.

SYLVOPAST est une simulation, basée sur une architecture multi-agents (plate-forme CORMAS), modélisant la gestion sylvopastorale de la forêt méditerranéenne (gestion de ressource naturelle). Elle a pour but d'être un support d'aide à la décision collective et s'inscrit dans une approche de modélisation participative et d'accompagnement. Dans cette optique, elle a entraîné la création d'un jeu de rôle informatique, toujours d'approche multi-agents, SYLVOPASTJEU, permettant de faire jouer leur rôle aux principaux acteurs du sylvopastoralisme. Après avoir analysé les parties jouées, il a été décidé de faire évoluer SYLVOPASTJEU. Il doit désormais pouvoir se jouer de manière distribuée, et impliquer indifféremment des agents virtuels et des acteurs réels. Le déroulement de SYLVOPASTJEU comprend des phases d'aménagement spatial, et des phases de négociation. Pour être distribué ainsi que pour faire communiquer les agents virtuels ou réels, on doit mettre au point un langage et un protocole de communication dans le cadre de la négociation. Par ailleurs les agents virtuels pourront implémenter une stratégie spatiale et une stratégie de négociation.

1 INTRODUCTION

J'ai effectué ce stage dans le cadre du **DEA IARFA** (*Intelligence Artificielle, Reconnaissance des Formes et Applications*), durant lequel j'ai opté pour une spécialisation dans le domaine de la vie artificielle, en relation notamment avec celui des systèmes multi-agents.

Le stage s'est déroulé au sein du **CIRAD** (*Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement*). J'ai travaillé dans l'équipe **GREEN** (gestion des ressources renouvelables, environnement), créée en 1993 par Jacques Weber, qui s'intéresse à l'articulation des processus locaux et globaux de *gestion des ressources à usages multiples*. Elle-même appartient au programme **REV** (*Ressources renouvelables et viabilité*), dont le rôle est d'analyser les processus de gouvernance à différents échelons et dans différents types d'organisation (publiques et privées), dans le contexte des problématiques complexes de gestion des ressources et des territoires. Le programme REV étant inclus dans le département **TERA** (*territoires, environnement et acteurs*) qui propose, dans la continuité des recherches sur les systèmes de production et les systèmes agraires, une recherche interdisciplinaire pour le développement durable à différentes échelles, prenant en compte les dimensions économiques, sociales et environnementales.

J'ai travaillé sur le projet **SYLVOPAST**, axé sur le Sylvopastoralisme et la prévention des incendies en région méditerranéenne. C'est une modélisation de la gestion de la forêt méditerranéenne, prenant en compte aussi bien les aspects écologiques (évolution de la forêt, ...) que l'action des principaux acteurs impliqués. Ce modèle a été développé sur la plate-forme multi-agents **CORMAS**¹ (*common-pool resources and multi-agent systems*). Ce modèle a aussi été décliné sous forme de jeu de rôle informatique (SYLVOPASTJEU) permettant aux principaux acteurs de se projeter dans leur réalité professionnelle de manière ludique et offrant aux chercheurs un cadre alternatif d'observation et d'analyse du comportement de ces acteurs.

Ce stage a deux buts étroitement liés. D'abord, élaborer une version distribuée du jeu de rôle SYLVOPASTJEU, pour pouvoir augmenter le nombre de parties jouées, ainsi qu'étudier les conséquences d'un éloignement physique lors du jeu. Ensuite créer un jeu de rôle hybride permettant à des acteurs réels de communiquer avec des agents virtuels. Le nœud qui lie ces deux objectifs est l'élaboration d'un *protocole de négociation*. En effet, d'un côté, la version distribuée devra permettre la négociation à distance. Elle devra donc utiliser un protocole standard autorisant cette négociation. D'un autre côté, la clé du système hybride est la communication entre agents réels et virtuels. Là encore il est impératif d'utiliser un protocole standard de négociation. Nous allons donc à l'analyse des parties qui se sont déjà déroulées, essayer de comprendre et de modéliser le déroulement d'une phase de négociation, pour implémenter ce protocole standard, qui

¹ <http://cormas.cirad.fr>

trouvera son application aussi bien dans la version distribuée du jeu de rôle SYLVOPASTJEU, que dans la version hybride de ce même jeu de rôle.

2 GESTION DE RESSOURCES NATURELLES ET NEGOCIATION : L'APPORT DES SMA

2.1 De l'intelligence artificielle distribuée à la gestion de ressources naturelles

2.1.1 Les SMA et la gestion de ressources

Un des domaines d'application des SMA (Systèmes Multi-Agents) est la simulation [[Ferber, 1995](#)]. Contrairement aux simulations classiques, la réalité n'est pas modélisée sous forme de relations mathématiques. Ici les entités (Agents ou non) et leurs interactions sont concrètement représentées. Parmi ces simulations, certaines sont principalement axées sur le comportement de l'agent (congrès Agent Based Simulation (ABS), congrès Multi-Agent Based Simulation (MABS). Au sein des Simulations Orientées Agent, s'est développé le concept de simulation de société (Journal of Artificial Societies and Social Simulation (JASSS)). Il s'axe notamment sur l'idée d'appartenance à un groupe. Ainsi, il a pour but l'étude de l'interaction entre l'agent et le groupe social.

2.1.2 La gestion de ressources naturelles

La gestion de ressources dans un contexte spatial, est un des problèmes classiques des SMA, dont une des illustrations les plus connues est celle Epstein et Axtell [[Epstein et Axtell, 1996](#)] où des agents partagent du sucre et des épices. Ce type de simulation met avant 2 aspects principaux. D'abord l'étude du type d'utilisation que fait l'agent de la ressource, mais aussi l'étude de la communication et par la suite de l'échange de services entre agents [[Bousquet, F., 2001](#)].

L'équipe GREEN du CIRAD a mis au point une plate forme de conception de SMA dédiée à la problématique des ressources naturelles: CORMAS, (common-pool resources and multi-agent systems) [[Bousquet et al. 1998](#)]. Elle aborde entre autres l'aspect de la modélisation des relations entre les sociétés et leur environnement. Un effort particulier a donc été fourni au niveau de la modélisation spatiale (hiérarchie d'unités spatiales, outils d'analyse spatiale). D'un point de vue technique, le parti pris de CORMAS est de rester simple d'abord pour pouvoir être utilisée avec un minimum de connaissances informatiques. Dans cette optique, c'est le langage Smalltalk, facilement accessible, qui a été choisit aussi bien en tant que langage utilisateur, que pour implémenter la plate-forme elle-même.

Plusieurs modèles ont été conçus sur CORMAS [[Bousquet et al 2002](#)] [[Barreteau and Bousquet 2000](#); [Bousquet et al. 2001](#); [Rouchier et al. 2001](#)]. Un des principaux buts de ces travaux est d'utiliser les simulations multi-agents en tant qu'outils d'aide à la concertation. En effet, le partage de ressources crée des conflits entre agents. Dès lors la communication, l'échange de service et la négociation entre agents est un aspect majeur de la gestion de ressources naturelles.

Les agents qui partagent la ressource peuvent en faire le même usage, comme dans le modèle FishBanks modélisant la dynamique de pêche [[Meadows, 1993](#), [Kozlack et al., 1999](#)]. Ils peuvent aussi en faire un usage différent, les conflits potentiels s'inscrivant alors au-delà de la simple notion de concurrence. Dans les deux cas, le comportement des acteurs va se référer à une représentation de la ressource qui leur est propre.

2.1.3 Modélisation d'accompagnement et modélisation participative

Les simulations de gestion de ressources naturelles ont fortement utilisé le concept de modélisation participative et d'accompagnement [[D'Aquino P. et al., 2003](#)], [[Etienne et al., 2003](#)]. La charte ComMod (Companion Modeling, voir annexes) a d'ailleurs été rédigée pour formaliser cette approche. L'idée de la modélisation participative est de faire participer les véritables acteurs de la simulation (agriculteurs, éleveurs, ...) à la conception de la simulation multi-agents. La modélisation d'accompagnement (companion modeling), étroitement liée à la modélisation participative (participatory modeling), consiste à utiliser des outils spécifiquement dédiés à la modélisation participative, tels que les jeux de rôles [[Bousquet et al 2002](#)]. Le but est de faire prendre conscience aux acteurs qu'il existe différentes perceptions autour d'un même problème, et d'arriver à créer une représentation partagée par tous les acteurs. Il faut dans un premier temps à créer une simulation multi-agents. A ce stade, les acteurs peuvent déjà donner leur avis sur le modèle et l'améliorer. Une fois ce premier modèle validé, on crée le jeu de rôle correspondant, informatique ou sous forme de plateau de jeu. Les acteurs remplacent les agents, et vont pouvoir jouer une série de parties. A l'issue de ces séries, les comportements sont analysés, et sont réinjectés dans le modèle original. On pourra ainsi de suite recréer un jeu de rôle plus précis dans la modélisation et rejouer une série de parties générant une nouvelle compréhension des comportements. De cette manière, l'interaction entre les modèles purement théoriques, et les jeux de rôles permettent de mieux modéliser les dynamiques d'un système, en faisant participer les acteurs réels.

La gestion de ressources naturelles est un environnement très conflictuel. En conséquence, on distingue rapidement qu'une des parties principales de la modélisation du système concernera les échanges entre les acteurs, et notamment les phases de négociation. C'est d'ailleurs un aspect à mettre en valeur si l'on veut utiliser ces simulations en tant que support à la concertation.

2.2 Un protocole de description de la négociation : solution pour un système hybride et distribué.

Pour réaliser un jeu de rôle hybride et distribué, il nous faut donc impérativement mettre au point un protocole de négociation. Il faut donc analyser les phases de négociations de SYLVOPASTJEU, et sur cette base, proposer un langage et un protocole de négociation. Il est à noter que la réalisation d'un système hybride s'inscrit complètement dans la démarche de couplage simulation-jeu de rôle. En effet, on prend pour base logicielle le jeu de rôle et on permet à des joueurs réels de participer, cependant, on inclut aussi des agents virtuels intelligents, qui sont avant tout le propre de la simulation.

2.3 La négociation dans les SMA

Selon Durfee et Vlesser, la négociation consiste à améliorer les accords sur des points de vue ou des plans d'action grâce à l'échange structuré d'informations pertinentes [Briot J.-P., Demazeau Y., 2001] [Durfee E.H. & Vlesser R., 1989]. Pour Müller, la négociation aborde trois thèmes principaux : les langages de négociation, leur sémantique et les protocoles les utilisant [Müller 96].

2.3.1 Langages

Durant les années 60, les premières tentatives de formalisation du langage définirent que l'unité minimale de communication humaine, est un *acte de langage* [Briot J.-P., Demazeau Y., 2001]. Le terme acte signifie que toute communication vise à la réalisation d'un acte. On peut donc assimiler l'acte de langage à un acte spécialisé [Austin 62, Austin 70}. Selon Austin on peut décomposer l'acte de langage en 3 éléments. L'acte locutoire (le sens de ce que je dis), l'acte illocutoire (le type d'énonciation, ex: j'ordonne, je suggère) et l'acte perlocutoire (la conséquence de mon propos, ex: Je dérange, je fais plaisir). Toujours selon Austin, l'acte illocutoire est de loin le plus significatif et essentiel pour comprendre le langage naturel. L'acte illocutoire doit faire partie d'une des 5 catégories suivantes: assertif, commissif, directif, expressif, déclaratif. On peut ainsi traduire tout acte de langage sous la forme F(P), où la *proposition* P est la composante *représentationnelle* (le sens), et la force *illocutoire* F, est la composante *intentionnelle*. La force illocutoire se décompose en plusieurs parties, dont la principale est le *but*.

Deux langages majeurs de communication entre ont été mis au point à partir des principes précédents : KQML (Knowledge Query and Manipulation Language, 1993) et ACL (Agent Communication Language, 1999). KQML a été conçu pour le partage de savoirs issus de bases de connaissances, et consiste à émettre ou recevoir un acte de discours. ACL est quant à lui très inspiré de KQML mais avec une plus grande finesse dans la description des actes de communication et des protocoles d'échanges de ces actes.

2.3.2 Les protocoles de négociation

Les protocoles de négociation permettent de définir un cadre pour l'utilisation d'un langage. Ils peuvent être normalisés de plusieurs manières (graphe de raisonnement, réseau de Pétri, langage formel), cependant la plus classique est celle du graphe état-transition. Chaque nœud représente l'état d'un agent, relié par des arcs représentant l'émission-réception d'un acte de langage. Quand on passe directement d'un nœud à un autre, on passe en fait du nœud état de l'agent A au nœud état de l'agent B. Tous les agents partagent le même protocole [Briot J.-P., Demazeau Y., 2001].

2.3.2.1 Contract Net

Contract Net est un protocole basé sur la coopération entre agents dans le but d'effectuer une tâche donnée [Smith 1980]. C'est un des principaux protocoles d'interaction, qui a été utilisé dans de nombreuses applications telles que le contrôle du trafic aérien ou le commerce électronique [Sandholm T. & Lesser V., 1995].

2.3.2.2 Protocole de SIAN

Le protocole de SIAN est un protocole dédié à la négociation (à l'origine pour s'accorder sur la meilleure interprétation de l'environnement). Des propositions sont émises, discutées et mènent à un accord ou un désaccord.

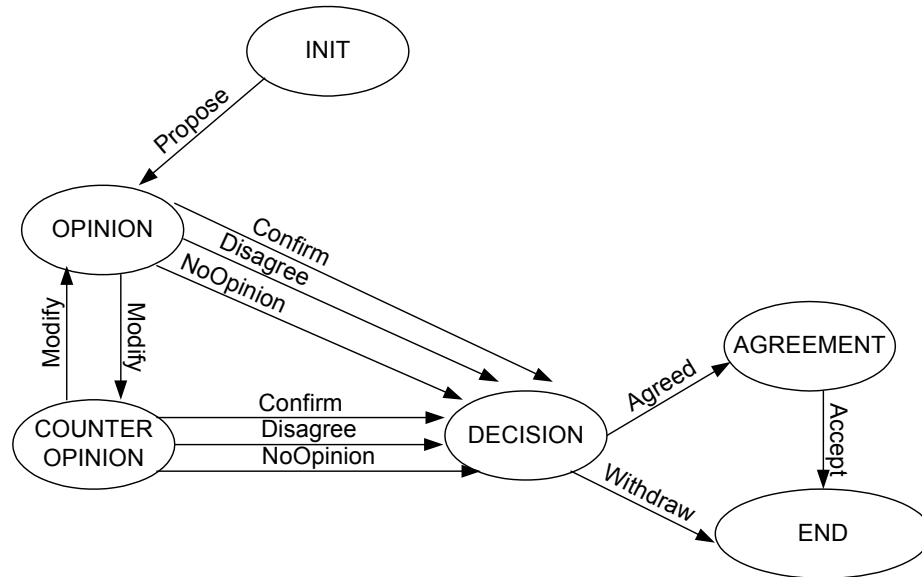


figure 1. protocole de SIAN

2.3.2.3 Protocole SANP

Le protocole SANP (Speech Act Based Negotiation Protocol) est aussi un protocole de négociation qui définit ses utilisateurs en terme d'attaquant ou de défenseur [ChangM.K, & Woo C.C, 1992].

2.3.3 Engagements

Selon S.Sen et E.H.Durfee, « un engagement est un accord ou une promesse de faire quelque chose dans le futur » [S.Sen & E.H.Durfee, 1994]. Un engagement émis par un agent permet à l'agent récepteur d'avoir plus d'information pour planifier ses actions futures. Les engagements s'avèrent donc utiles dans un contexte coopératif [Jennings N.R, 1993], mais aussi dans un contexte de négociation hostile. Un engagement est défini en tant que *pro-attitude* d'un agent, c'est à dire une attitude qui guide son action (de la même manière qu'une intention, une obligation). Ceci en opposition à une *attitude d'information* (croyance, connaissance)[Wooldridge, M.J., & Jennings, N.R, 1995].

3 LE MODELE SYLVOPAST

3.1 La gestion sylvopastorale en forêt méditerranéenne

La forêt méditerranéenne est utilisée par deux types d'acteurs principaux: les forestiers et les bergers. Leurs buts et leurs stratégies d'utilisation de la forêt sont différents. Cette situation de partage de la même ressource forestière à des fins non similaires occasionne des conflits.

Un modèle SMA, SYLVOPAST, a été développé sur la plate-forme CORMAS, pour simuler ces dynamiques d'utilisation et d'évolution de la forêt. Par la suite un jeu de rôle, SYLVOPASTJEU a été développé sur Excel, simplification du modèle SYLVOPAST [[Etienne, M. 2003](#)] [[d'Aquino et al 2002](#)]. SYLVOPASTJEU a par la suite été porté sur la plate-forme CORMAS. C'est à partir de cette version qu'a été développée la version distribuée de SYLVOPASTJEU.

3.2 Le modèle SYLVOPAST

3.2.1 Les acteurs

Le comportement de chaque acteur a été défini par rapport à ses objectifs. En effet, les forestiers font de la prévention d'incendie, de la production de bois ou recherchent la biodiversité de la forêt. D'un autre côté, les bergers ont pour but de faire pâturer leur troupeau dans les meilleures conditions possibles.

3.2.2 L'espace et la végétation

La plate forme CORMAS a permis de modéliser l'évolution de la végétation à la manière d'un automate cellulaire. La forêt a été divisée en une grille. Chaque case de la grille est définie par le type de végétation qu'elle contient. Il y a trois types de végétation possible: les arbres, la broussaille, l'herbe. Ces trois types sont combinables sur une même case, nous donnant 8 états possibles de végétation pour une case. Les transitions entre états de végétation sont un modèle simplifié de la dynamique de végétation de la forêt méditerranéenne, influencée par le feu, la politique de débroussaillage, le pâturage et l'évolution naturelle. Par ailleurs, la propagation du feu a été modélisée selon la nature de la végétation et la direction du vent. La valeur pastorale est quant à elle définie par le type de végétation et les conditions météorologiques.

3.2.3 Les actions

L'action se déroule sur une dizaine d'années. Durant l'année, le berger va faire pâturer son troupeau sur la grille spatiale, chaque mois sur une case différente. A la fin de chaque année, le berger et le forestier négocient une série de travaux à effectuer en fonction de leur budget. Ils peuvent pour une case donnée : semer de l'herbe, débroussailler, replanter des arbres.

3.2.4 Stratégies

Les deux types d'acteurs peuvent mettre en oeuvre plusieurs stratégies spatiales pour satisfaire leurs objectifs. Cependant, les cycles temporels propres à ces stratégies, ne partagent pas les mêmes échelles. Ainsi un berger planifie au niveau du mois pour ce qui est du pâturage, et sur 10 ans pour ce qui est de la gestion du troupeau (espérance de vie du bétail). A l'opposée, le forestier planifie ses actions sur la forêt à une échelle annuelle et sur une centaine d'années en fonction du cycle de vie des arbres dominant.

3.3 Le Jeu de rôle SYLVOPASTJEU

3.3.1 Présentation et enjeux

L'enjeu de la conception du jeu de rôle était d'une part créer un logiciel qui soit ludique, et d'autre part simplifier les spécifications de manière à ce que tous les participants puissent être facilement impliqués. Il en a résulté une simplification des règles de dynamiques naturelles, ainsi qu'une grande liberté d'action pour les participants, avec cependant une contrainte forte, celle de négocier à chaque tour durant 10 minutes (le jeu se déroulant sur 10 ans, et chaque tour représentant une année). L'espace aussi a été simplifié en une grille de 10x10 cases hexagonales (1 case = 10 ha). Il s'agissait aussi de trouver les types de coopérations ainsi que les structures spatiales satisfaisant au mieux les participants.

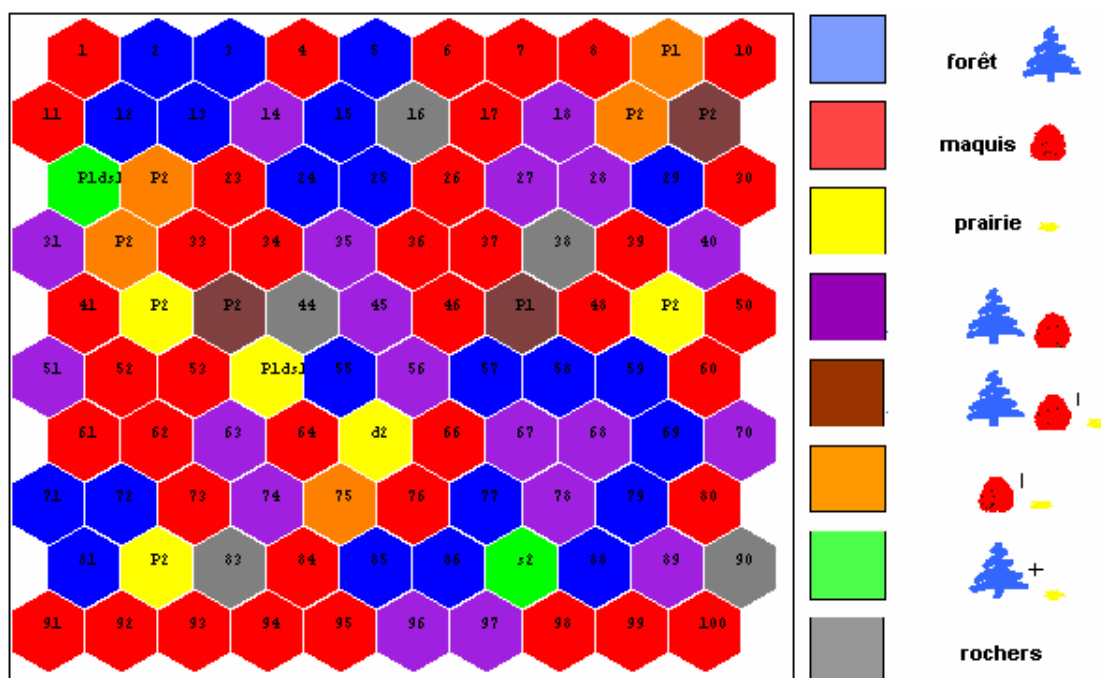


figure 2. Représentation Spatiale de SYLVOPASTJEU

SYLVOPASTJEU va nous permettre de nous inscrire dans la démarche *SMA couplés Jeux de Rôles*, décrite dans la première partie du rapport [Bousquet et al 2002]. A ce titre, le but de SYLVOPASTJEU est double. Il doit d'abord être un support à la concertation entre bergers et forestiers. Ils vont ainsi pouvoir se confronter et débattre pour tenter de faire comprendre leurs points de vue respectifs. De plus, SYLVOPASTJEU va nous permettre d'analyser les différents types de comportements des acteurs réels, en vue d'enrichir une nouvelle simulation, tant sur le plan des stratégies d'occupation spatiales, que sur celui des stratégies de négociation.

3.3.2 La négociation dans SYLVOPASTJEU

A la fin de chaque année (équivalent à un tour de jeu), une négociation est organisée entre le forestier et le berger, afin de déterminer les actions à effectuer. Mais seul le

forestier est habilité à prendre la décision finale de choisir une action. C'est lui qui réalise et finance concrètement les actions. Cependant le berger a la possibilité de financer tout ou partie des actions qui seront réalisées.

3.4 Les résultats du jeu de rôle

3.4.1 Les stratégies spatiales

Michel Etienne et Marie Fayein ont pu mettre en évidence 2 types de stratégies spatiales par type d'acteur.

« Lorsqu'un berger adopte la stratégie *quartier*, il construit ceux-ci par agrégation des cellules en herbe, et cherchera à agrandir ces agrégats par ajout de cellules en lisière ; lorsqu'il adopte la stratégie *circuit*, il construit celui-ci par sélection de cellules isolées les plus productrices et cherchera toujours à conserver l'aspect de *chaîne* à son circuit. ».

« Les unités de gestion forestière se construisent de manière différente car elles ne répondent pas à la même attente. Les *parquets* sont définis par un critère de taille, les *massifs* par un critère de composition. En ce qui concerne les *parquets*, le forestier doit repérer les agglomérats de quatre cellules possédant au moins trois cellules boisées, embroussaillées ou non. Ces *parquets* sont donc de composition végétale mixte et d'une taille fixe de quatre cellules (40 ha). Les *massifs* sont des ensembles constitués de cellules boisées non embroussaillées et de cellules boisées embroussaillées ou enherbées voisines d'au moins deux cellules boisées non embroussaillées. Ce mode de construction permet d'obtenir des massifs relativement compacts et entièrement boisés. » [[FAYEIN, 2003](#)]

3.4.2 La négociation

32 parties ont été jouées entre véritables forestiers et bergers. A l'issue de ces parties, on distingue 5 types d'évolution des négociations. 10 cas de domination du forestier, 10 cas de domination du berger, 6 cas d'entente mutuelle, 2 cas où chacun s'attribue une partie de la forêt et la gère, et 4 cas d'exclusion, où le forestier ne tient plus compte du berger, et fait uniquement les aménagements qu'il veut.

3.5 Vers la réalisation du jeu de rôle SYLVOPASTJEU sous forme distribuée et hybride

Comme expliqué précédemment, notre but est d'augmenter le nombre de parties jouées, ainsi que d'avoir un cadre bien défini pour la négociation, de manière à ce que l'analyse des parties soit plus aisée. Nous pourrions ainsi avoir une meilleure compréhension des comportements des joueurs. Pour cela nous avons décidé de faire évoluer SYLVOPASTJEU en un jeu de rôle distribué et hybride. Même si la pierre d'angle de ce projet est l'élaboration d'un cadre pour la négociation, nous allons commencer par une partie assez technique, consistant à adapter CORMAS et SYLVOPAST à la distribution. Une fois cette étape achevée, nous définirons un protocole, et pourrions implémenter des agents virtuels capables d'avoir des stratégies d'occupation spatiale et de négociation. Pour réaliser cette deuxième partie, nous nous aiderons des résultats obtenus à travers les précédentes parties de jeu de rôle.

4.1 Objectif

Le but est de réaliser une version distribuée du jeu Sylvopast. Cependant la plupart des modules qui sont modifiés pour la distribution ne sont pas au niveau de Sylvopast, mais au niveau de la plate forme CORMAS. En effet, Sylvopast ne contient que le modèle du jeu, alors que CORMAS fournit tous les services que peut attendre ce modèle de sa plate-forme multi-agents. Il est donc plus logique d'implémenter la distribution au niveau de CORMAS. Par ailleurs, cela nous permettra d'en bénéficier pour tous les autres modèles développés sous CORMAS.

4.2 Le modèle MVC

4.2.1 Théorie

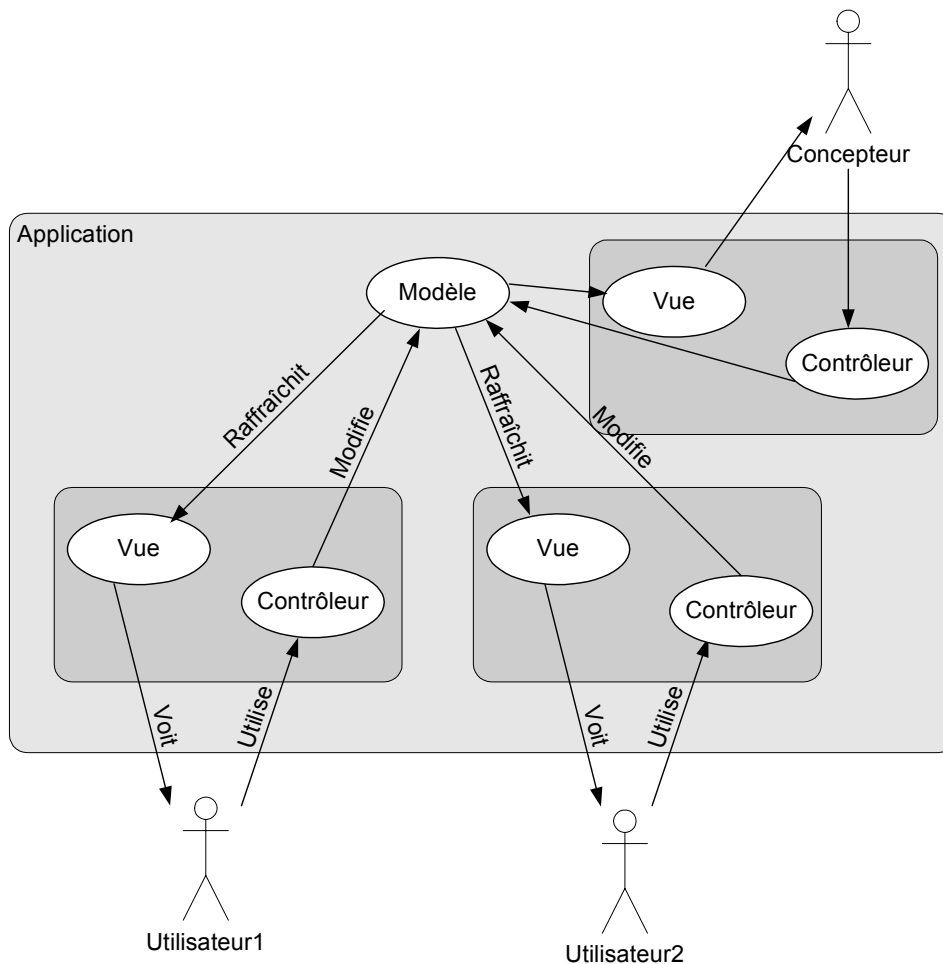


figure 3. modèle MVC

Le *modèle* contient les données de l'application. Le *contrôleur* est une interface (ex: fenêtre de saisie) qui permet de modifier ces données. La *vue* est une interface (ex: fenêtre d'affichage de valeurs) qui permet d'afficher ces données. On peut instancier

plusieurs couples Vue-Contrôleur. Quand un contrôleur modifie le modèle, toutes les vues sont remises à jour.

Ce modèle, sur lequel est basé Small talk, autorisant les utilisateurs multiples, est ainsi parfaitement adapté au développement d'applications distribuées.

Nota: CORMAS est une plate-forme de développement de simulations multi agents. Les simulations développées à partir de CORMAS sont appelées modèle (ModèleSIM). Il faut les distinguer le modèle des MVC (ModèleMVC), qui est le noyau d'une application. Toutefois, la classe centrale du ModèleSIM hérite de la classe du ModèleMVC.

4.2.2 Refonte de l'architecture de CORMAS

CORMAS a été construit sur le principe du modèle MVC. Cependant, on a limité le modèleMVC à une seule vue, ainsi qu'un seul contrôleur. Notre but a été de permettre au modèleMVC d'avoir plusieurs couples Vue-Contrôleur. Or la simplification un seul couple Vue-Contrôleur a été précédemment exploitée à tous les niveaux de CORMAS. Il a donc fallu reprendre en profondeur l'architecture pour arriver à implémenter correctement le modèle MVC.

4.3 Solution technique

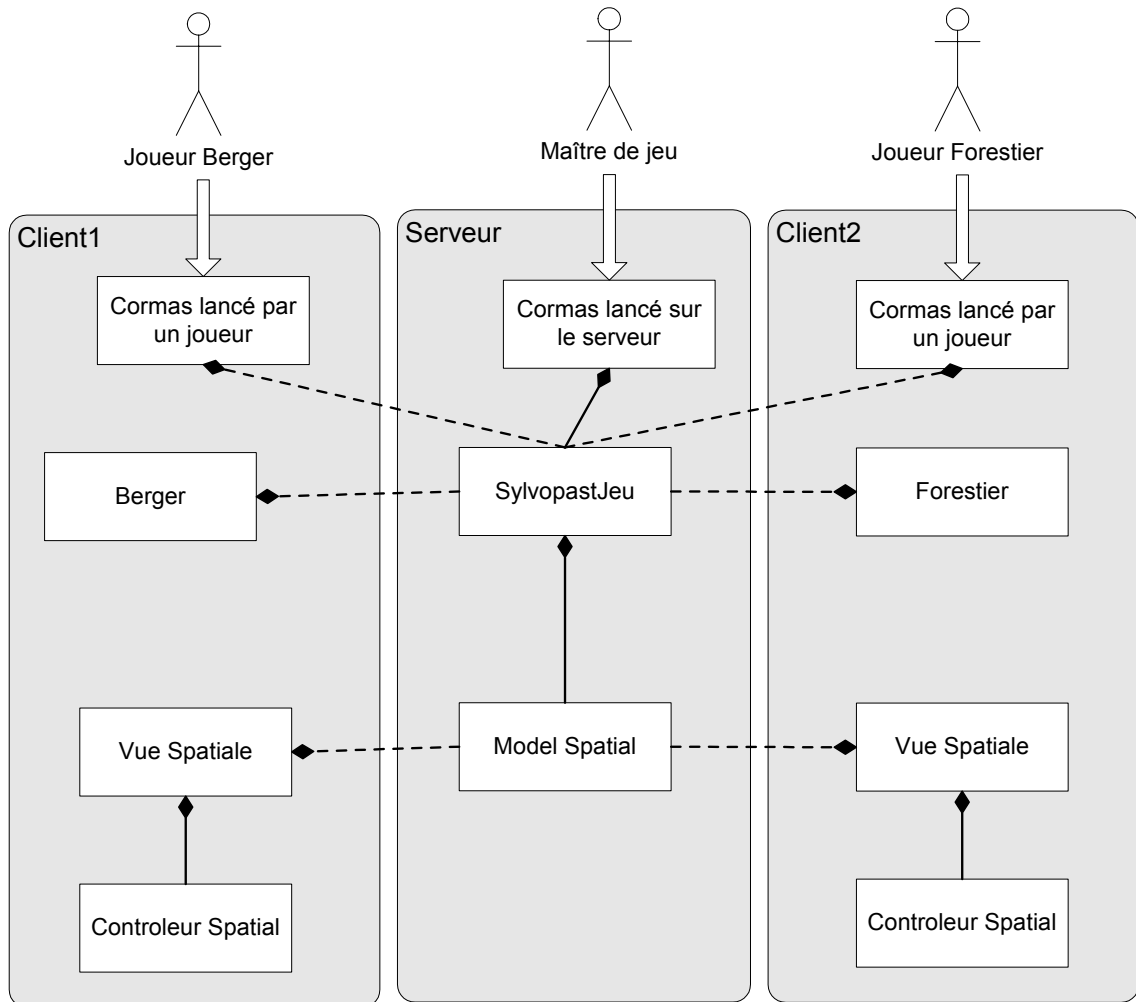
Le langage Small talk propose 2 solutions pour développer des applications distribuées, DST et Open talk. DST est une librairie qui permet de développer des applications Small talk distribuée en utilisant la norme CORBA. Open talk est un environnement de développement d'applications distribuées, basé sur le modèle Object Request Broker (ORB), qui permet de communiquer directement (syntaxe identique à un appel classique) avec un objet distant (ST-ST: Small talk vers Small talk). Contrairement à DST qui exige une syntaxe lourde, Open talk est simple à utiliser, les objets distants étant vus comme locaux, et pouvant être manipulés aussi facilement que ces derniers. C'est pourquoi j'ai choisit d'utiliser la solution Open talk pour développer la version distribuée de Sylvopast.

4.4 Réalisation et application à Sylvopast

Une fois les problèmes de la communication à distance et du modèle MVC résolus, il faut prendre en compte d'autres particularités de CORMAS. En effet, il est assez simple désormais d'implémenter le modèleMVC sur une machine-serveur, et de faire des appels à partir d'autres postes pour se déclarer en tant qu'utilisateur d'un modèleSIM, et donc obtenir un couple Vue-Contrôleur. Cependant quand un concepteur créé son modèleSIM, il a parfois besoin d'afficher des résultats pour un agent ou de lui demander de saisir des données. Or il n'a pas la main sur le couple Vue-Contrôleur, et nous ne voulons pas qu'il voit de changement dans sa manière de développer. En effet, il est important que cette nouvelle version de CORMAS soit compatible avec les modèlesSIM développés précédemment. Or dans la majorité des cas, le code de l'appel en saisie ou en lecture de donnée est situé dans la classe de l'agent concerné. Nous avons donc choisit d'instancier les agents correspondant à un utilisateur, sur le poste même de l'utilisateur. Cette solution n'est pas la plus rigoureuse du point de vue de la

modélisation MVC (tous les agents devraient être sur le même poste que le modèleMVC, les Vues-Contrôleurs étant les seuls à être distants), cependant elle est un bon compromis pour une compatibilité directe avec les modèlesSIM développés précédemment.

Voici un exemple de cette architecture dans le cas du modèleSIM SylvoPast:



Liaison (type agrégation) utilisant opentalk : ◆-----

figure 4. Architecture de la version distribuée

Un maître de jeu va initialiser le serveur, tandis qu'un joueur (berger) va initialiser un poste client, et que le joueur forestier va aussi initialiser un autre poste client. Chacun va lancer CORMAS, et le modèle SYLVOPASTJEU. Le maître de jeu va se désigner en tant que serveur, et le joueur en tant que client (en réalité en tant que joueur dont le rôle est berger). Le modèleMVC répertoriant toutes les données du modèleSIM ne sera créé que sur le serveur. De même le modèleMVC contenant toutes les données spatiales ne sera lui aussi créé que sur le serveur. Au contraire, la vue de l'espace et son contrôleur seront instanciés sur chaque poste client. Ces paires Vue-Contrôleur sont distantes, et leur communication avec le modèle spatial passe par opentalk. De même, l'agent berger

ou forestier est instancié directement sur le poste client, et communique avec le modèle Sylvopast par une liaison opentalk.

Un joueur ne communique avec le modèle Sylvopast que de 2 manières. Soit, il voit-modifie l'espace, soit le modèle lui ouvre une fenêtre de lecture-saisie d'information.

Pour l'espace, le client aura un accès visuel via la *Vue Spatiale* et pourra le modifier via un module *Contrôleur Spatial*, qui prendra en charge les opérations effectuées à partir de cette vue.

L'agent berger ou le forestier étant déclaré sur un poste client, quand le modèle ouvrira une interface de lecture-saisie destinée à un agent, elle s'affichera automatiquement sur le poste client client concerné.

5 NEGOCIATION DANS SYLVOPAST

5.1 Objectif

Il s'agit dans un premier temps de créer un cadre pour la négociation. Ce cadre servira à la négociation à distance et à la négociation entre agents, qu'ils soient réels ou virtuels. Ce cadre va principalement être défini au moyen d'un langage et d'un protocole.

Le deuxième temps traitera de la mise au point d'agents intelligents utilisant le cadre défini précédemment pour négocier.

5.2 Le cadre

5.2.1 Le langage

Les acteurs vont effectuer une négociation. L'objet de cette négociation sera de trouver un accord sur les opérations à effectuer, en tenant compte des contraintes « rigides », telles que la somme d'argent disponible, et des contraintes « floues » telles que les objectifs des acteurs. Nous avons donc besoin de créer toute une série d'objet permettant de représenter aussi bien une action concrète qu'un acte de parole ou un engagement.

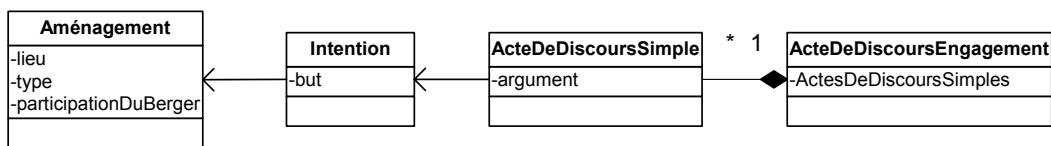


figure 5. Schéma des classes décrivant le langage

5.2.1.1 L'aménagement

L'aménagement est défini par le lieu où il est effectué, le type d'aménagement et le taux de participation financière du berger :

Aménagement (lieu, type, taux berger).

Chacune de ces trois variables peut prendre des valeurs plus ou moins précises. Ainsi on peut aller d'une précision nulle (ensemble des valeurs possibles), à une précision maximale.

Ainsi, un lieu a plusieurs types de précisions possibles :

- non défini = l'ensemble de l'espace >> précision nulle
- une région (ex : au nord d'un massif) >> précision moyenne
- une case précise >> précision maximale

De même un type d'aménagement a plusieurs précisions possibles :

- non défini >> précision nulle
- type de végétal souhaité à la suite de l'aménagement (ex : uniquement herbe) >> précision moyenne (en ce sens le *lieu* et le *type* sont *liés*, car pouvant dépendre l'un de l'autre)
- action ou combinaison d'actions (ex : débroussailler) >> précision maximale

De même la participation du berger peut aller d'une fourchette plus ou moins précise (fourchette = [0,100%] >> précision nulle) à un chiffre précis (30% >> précision maximale) (les seules valeurs autorisées sont les multiples de 10%).

Equivalence

Deux aménagements sont dits équivalents si partant d'une même configuration spatiale d'origine, ils donnent une même configuration spatiale d'arrivée, pour le même coût pour chaque acteur. On note alors : Aménagement 1 \Leftrightarrow Aménagement 2.

Ainsi, si par exemple la case 23 est composée d'herbe et de broussaille, alors Aménagement(case23, herbe,30%) \Leftrightarrow Aménagement(case23, débroussaillage,30%).

Aménagement terminal

Pour être accepté comme décision finale dans une négociation, un aménagement doit être *terminal*. Un aménagement terminal est un aménagement dont les **trois variables ont une précision maximale**, où qui est équivalent à un aménagement terminal.

ex :

- Aménagement (case 28, débroussaillage, 30%) = aménagement terminal
- Aménagement (case 23, herbe, 30%) \Leftrightarrow Aménagement (case 23, débroussailler, 30%).

Implication

Un aménagement A implique un aménagement B ssi le résultat de l'aménagement A sur la zone qu'il traite est le même que le résultat de B sur cette même zone, la fourchette de taux de participation du berger dans A est inclus dans la fourchette de taux de participation du berger de B.

Ex :

Aménagement(case_21,vert,[10%,10%]=10%) \Rightarrow Aménagement(nord_du_parquet8,vert,[10%,50%])

Ensemble définissant un aménagement

Un aménagement est défini par un ensemble contenant tous les aménagements terminaux, non équivalents entre eux, qui impliquent cet aménagement.

Ex : si la zone nord_du_parquet_8 contient la case 21 remplie d'herbe, et la case 22 uniquement boisée, alors l'aménagement : Aménagement(nord_du_parquet_8, vert, 10%), est défini par l'ensemble d'aménagements terminaux : {Aménagement (case 21, planter, 10%), Aménagements (case 22, semer, 10%)}

5.2.1.2 L'intention d'aménagement

Les acteurs ont chacun une liste d'intentions, qu'ils vont essayer de réaliser au cours de la négociation. Une intention est constituée d'un aménagement, complétée par le but recherché par l'auteur de l'intention, ainsi que l'auteur de l'intention :

Intention (lieux, type, taux berger, but, auteur).

Le but peut-être plus ou moins précis. Il y a toute une hiérarchie de buts et de sous-buts.

Ex : Avoir un troupeau le plus vaste possible -> avoir un pâturage en quantité et qualité suffisante -> faire un circuit -> réduire la distance entre les étapes de ce circuit -> mettre du vert entre deux cases d'un circuit.

5.2.1.3 L'acte de discours simple

Pour communiquer, les acteurs peuvent échanger des actes de discours simples. Un acte de discours simple comprend une intention et une argumentation. L'argumentation peut être plus moins précise, voire inexistante. Par ailleurs, on a aussi le choix d'afficher le but ou non.

ActeDeDiscoursSimple (lieux, type, taux berger, but, auteur, niveau d'expression du but).

La différence entre un acte de discours et une intention, est de choisir d'argumenter ou non (on ne tient pour l'instant pas compte de la manière dont sont affirmées les propositions, c'est à dire: cordialement, impérativement...). Ici on sait qu'un but peut être un sous-sous-...-sous but. On peut donc choisir de ne transmettre qu'une partie de l'arborescence de ce but.

Ex : mon but est de mettre du vert entre deux cases d'un circuit. En fait on a :

But initial = Avoir un troupeau le plus vaste possible -> avoir un pâturage en quantité et qualité suffisante -> faire un circuit -> réduire la distance entre les étapes de ce circuit -> mettre du vert entre deux cases d'un circuit.

Le berger peut choisir d'argumenter en n'exprimant que la partie de l'arbre allant du but initial au but « faire un circuit ». Ou encore que de « faire un circuit » à « mettre du vert entre deux cases ».

5.2.1.4 L'Acte de discours d'engagement

Un acteur peut vouloir effectuer une action à condition qu'une ou plusieurs autres actions soient effectuées. L'acte de discours d'engagement est donc une arborescence d'actes de discours simple. Chaque nœud ne sera exécuté par son auteur, qu'à condition que tous ses actes de discours fils soient respectés, et leur installation effectuée.

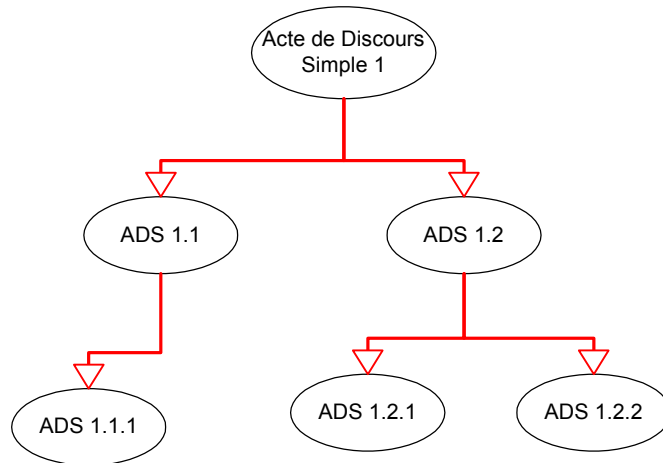


figure 6. Un exemple d'engagement

l'aménagement 1 ne sera réalisé par l'acteur que si le 1.1 et le 1.2 sont réalisés. Ces derniers dépendant eux même de la réalisation du 1.1.1, 1.2.1 et 1.2.2.

Nota : Dans une amélioration de cette version, un berger peut éventuellement s'engager à pâturer une zone géographique. On pourra en effet étendre la définition de l'aménagement à une action de pâturage sur une zone donnée.

5.2.1.5 Utilisation du langage

Chaque agent aura une base répertoriant toutes ses intentions au début de chaque négociation.

Les aménagements seront les résultats obtenus à la fin d'une négociation.

Les actes de discours simple et d'engagements, seront les objets utilisés pour communiquer durant la négociation.

5.2.2 Le protocole

Le protocole de négociation est inspiré du protocole de SIAN. Une négociation se décompose en étapes. Chaque étape correspond à une proposition venant d'un des acteurs. Cette proposition va ensuite être discutée. Quand on arrive à un accord ou un désaccord sur cette proposition, une décision est prise et on considère l'étape finie. S'il y a assez d'argent dans la caisse, on recommence une autre étape. La négociation est terminée lorsqu'il n'y a plus d'argent à dépenser en aménagements.

Il y a plusieurs différences avec le protocole SIAN. Tout d'abord, il y a l'introduction d'un agent virtuel qui vérifie la viabilité de l'acte de discours obtenu à l'issue de l'étape de négociation. Si l'acte de discours n'est pas constitué d'un acte, ou d'un engagement d'actes de discours simple, traduisant un ou plusieurs aménagements terminaux, alors cet agent virtuel demande l'a précision de l'acte de discours. De même, si cet acte entraîne un déficit chez l'un ou l'autre des protagonistes, l'agent chargé de la vérification demande une diminution du coût. Par ailleurs, le forestier a la possibilité d'imposer son choix au berger.

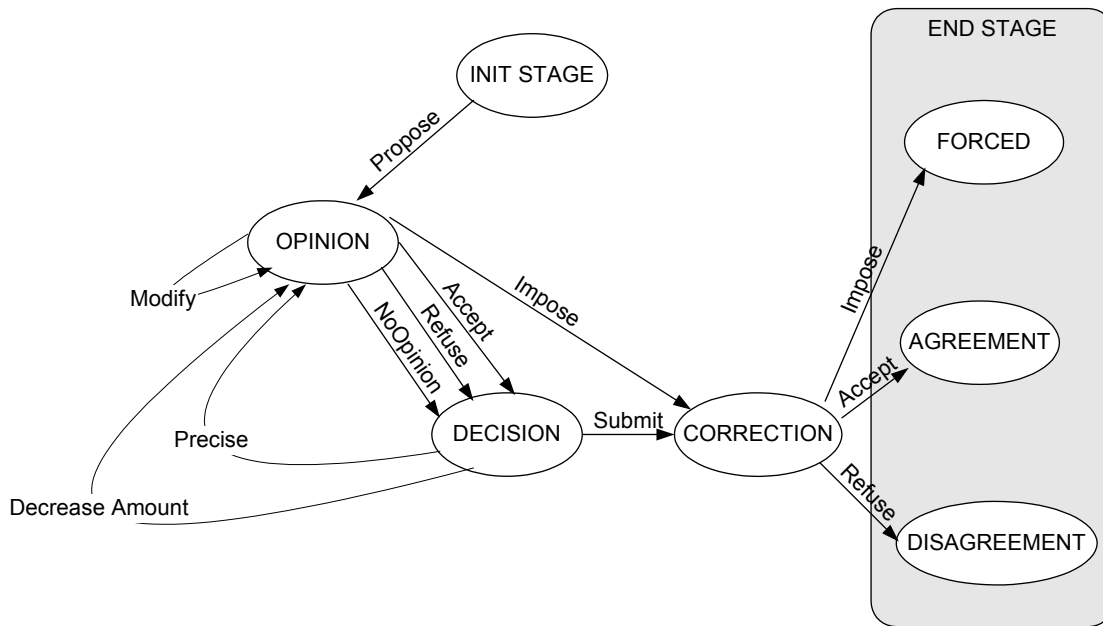


figure 7. Le protocole de négociation du modèle Sylvopast

5.3 La négociation autonome

5.3.1 Un comportement simple

Michel Etienne et Marie Fayein ont relevé plusieurs types simplifiés de comportements durant la négociation. J'ai donc commencé par réaliser un de ces comportements simples en utilisant le langage et le protocole de négociation définis. Il s'agit du comportement *Agreement Forester*. Le forestier cherche à satisfaire ses intentions, mais fait quand même attention aux attentes du berger. Il fait successivement des propositions correspondant à ses intentions, dans l'ordre de priorité de sa base d'intentions. Si la proposition satisfait le berger, elle est acceptée. Si elle ne le satisfait pas, elle est abandonnée. Le forestier parcourt ainsi toute sa base d'intentions. S'il reste encore de l'argent après cette phase, alors le forestier impose les propositions qui lui ont été refusées par le berger, et ce toujours en suivant son ordre de priorité.

5.3.2 Vers un comportement intelligent

5.3.2.1 L'évaluation et la modification des actes de discours

Pour évaluer et modifier les actes de discours, j'utilise pour l'instant une méthode simple. Elle consiste à comparer l'acte proposé avec sa propre base d'intentions, et de répondre en conséquence.

Algorithme

Chaque acte de discours simple est aisément transformable en un aménagement. Il suffit de supprimer certaines informations (but, argument). Ainsi un agent reçoit une proposition, il construit l'ensemble A des aménagements terminaux qui la caractérise. Par ailleurs, il a préalablement traduit chacune de ses intentions en aménagements (eux-mêmes en ensembles d'aménagements terminaux).

L'agent va d'abord tenter de trouver dans sa base d'intentions, l'intention la mieux classée, dont l'ensemble des aménagements terminaux a une intersection non nulle avec l'ensemble A. Il modifie alors la proposition, et propose un acte de discours simple exprimant une intention sur un aménagement dont l'ensemble des actes terminaux est l'intersection définie précédemment (A plus forte raison si son intention est incluse dans la proposition).

S'il ne trouve pas d'intention appropriée, il a alors deux choix. Soit il refuse la proposition, soit il la modifie en proposant un engagement. Dans ce cas, il choisit la mieux placée de ses intentions, la traduit en un acte de discours simple, et propose l'ancien acte de discours assorti d'une condition qui est le nouvel acte de discours satisfaisant son intention.

5.3.2.2 Satisfaction des intentions

Chaque agent prend l'acte de discours final (accepté ou imposé), et compare l'ensemble des aménagements terminaux qu'il représente, à l'ensemble des aménagements terminaux représenté par chacune de ses intentions. Les intentions ayant une intersection non nulle avec cet acte de discours final sont supprimées de la liste.

5.3.2.3 La compréhension de l'opposant

Un des buts recherchés par les supports d'aide à la concertation est que chaque acteur prenne en compte les objectifs et les points de vue de son ou ses opposants. C'est donc un des aspects principaux que nous voulons modéliser chez les agents virtuels.

Pour comprendre son opposant, l'agent devra se construire une image de sa base d'intentions. En effet chaque acte de discours émis par l'opposant est une expression, même partielle de sa base d'intention. Ceci est encore plus vrai lorsque l'acte de discours de l'opposant est à l'origine d'une proposition (au début d'une étape). La structure de l'acte de discours est héritée de celle de l'Intention, on peut donc facilement le transformer en une Intention. Ainsi l'agent virtuel enregistre et transforme chaque acte de discours de son opposant en Intention. Puis il stocke ces Intentions dans une base d'intentions dédiée à la compréhension de l'opposant. Par ailleurs, pour signifier leur importance, les Intentions émises lors au début d'une étape seront classées prioritairement dans la base d'Intention.

Par la suite l'agent pourra utiliser cette représentation de l'opposant pour être plus conciliant avec lui lors de la négociation. Au moment d'initier une proposition, au lieu d'exprimer une intention très avantageuse pour lui, il pourra choisir de faire un compromis et proposer une intention qui soit aussi en accord avec la base d'intention de représentation de son adversaire.

6 CONCLUSION & PERSPECTIVES

Bien qu'étant dans un état assez avancé, les réalisations de ce stage n'en sont pas à un stade où elles peuvent être exploitées. En effet, la version distribuée souffre encore de quelques bugs, dus à un profond remaniement de l'architecture de la plateforme CORMAS. Par ailleurs les difficultés techniques rencontrées durant la réalisation de la version distribuée m'ont empêché d'accorder assez de temps à la mise au point du

protocole et du langage de négociation, ainsi que des mécanismes de négociation automatique. Ces derniers ne sont d'ailleurs pas complètement validés. Cependant, même si la version hybride et distribuée de SYLVOPAST n'est pas encore utilisable, les efforts techniques aussi bien que théoriques ont permis d'en poser les bases.

Plusieurs voies s'offrent pour les exploiter.

6.1 Compréhension des comportements à partir d'analyse des parties a posteriori

L'objectif de ce stage était d'augmenter le nombre de parties jouées pour avoir une meilleure base de compréhension des stratégies. C'est donc l'utilisation qu'on pourra faire du système distribué hybride. Cependant, il y a un effet corollaire assez intéressant, à savoir le déroulement des négociations au sein d'un cadre protocolaire. Bien que ce cadre puisse induire un biais dans les comportements (il a d'ailleurs été pensé pour éviter au maximum d'influencer la négociation, et de coller de la manière la plus proche possible à la réalité), il a la propriété intéressante de codifier toutes les négociations. Elles auront donc un même format de stockage, bien plus lisible que du langage naturel (écrit ou parlé). Nous pouvons donc penser utiliser des outils d'analyse automatique, non seulement pour l'étude des stratégies spatiales, mais aussi pour celle des négociations, et même pour leur étude couplée.

6.2 Modélisation d'accompagnement et modélisation participative automatisée

Une des applications principales que l'on peut en tirer, est une modélisation participative automatisée. En effet, les acteurs réels pouvant jouer avec des agents virtuels, pourquoi ne pas doter les agents virtuels de mécanismes d'apprentissage automatique. De cette manière on obtiendrait une compréhension du comportement des joueurs, certainement différente de celle acquise par une analyse à posteriori des parties jouées (en rapport avec les thèmes de l' Action Spécifique « Conception participative de modèles de simulations orientées agent »).

Par ailleurs, on peut modifier le critère d'apprentissage. On peut par exemple l'orienter vers une recherche d'efficacité. Les acteurs réels seraient ainsi confrontés à des agents virtuels de plus en plus difficiles à affronter. Cependant, ce n'est pas le but recherché par le projet Sylvopast. Ce projet est avant tout un support d'aide à la concertation. Il serait donc certainement plus intéressant d'orienter les agents vers un comportement favorisant la coopération (dans la mesure du raisonnable). En effet, cela pourrait entraîner un retour intéressant sur le comportement des joueurs. Est-ce que jouer plusieurs parties avec des agents coopératifs ferait tendre leur comportement vers plus de coopération ? L'apprentissage pourrait-il se faire dans le sens réel vers virtuel, mais aussi dans le sens virtuel vers réel ?

7 BIBLIOGRAPHIE

D'AQUINO P, BARRETEAU O, ETIENNE M, BOISSAU S, AUBERT S, BOUSQUET F, LE PAGE C and DARE W (2002) The role-playing games in an AB participatory modelling process: outcomes from 5 experiments carried out in the last five years. Proceedings International Environmental Modelling and Software Society Conference, Lugano, Switzerland, vol. 2, pp. 275-280.

D'Aquino, P., Le Page, C., Bousquet, F. et Bah, A. 2003. Using self-designed role-playing games and a multi-agent system to empower a local decision-making process for land use management: The SelfCormas experiment in Senegal. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation* 6(3).

Austin J.L, 1962. How to do things with words, Clarendon Press, Oxford.

Austin J.L, 1970. Quand dire c'est faire, Edition du Seuil, Paris.

Barreteau, O. and F. Bousquet (2000). "SHADOC: a Multi-Agent Model to tackle viability of irrigated systems." *Annals of Operations Research* 94: 139-162

Bousquet, F., I. Bakam, H. Proton and C. Le Page (1998). *Cormas : common-pool resources and multi-agent Systems. Lecture Note in Computer system*, Springer. 1416: 826-838.

Bousquet, F., 2001. Modélisation d'accompagnement, Simulations multi-agents et gestion des ressources naturelles et renouvelables. Mémoire pour l'Habilitation à Diriger les Recherches, Université Lyon 1

Bousquet, F., C. LePage, I. Bakam and A. Takforyan (2001). "Multi-agent simulations of hunting wild meat in a village in eastern Cameroon." *Ecological modelling* 138: 331-346

Bousquet, F., Barreteau, O., d'Aquino, P., Etienne, M., Boissau, S., Aubert, S., Le Page, C., Babin, D. and Castella, J.-C. 2002. Multi-agent systems and role games: collective learning processes for ecosystem management. *Complexity and Ecosystem Management: The Theory and Practice of Multi-agent Approaches*. M. Janssen, Edward Elgar Publishers.

Briot J.-P., Demazeau Y., 2001. eds, *Principes et Architecture des Systèmes Multi-Agents, Traité IC2*, Hermès, Paris, France, p 114-130.

Chang M.K, WOO C.C, (1992) "SANP: A communication level protocol for negotiations", dans E. Werner et Y.Demazeau (dir.), *Decentralized AI*, vol III, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, p. 31-54.

Durfie E.H. & Vlesser R., 1989. Negotiating Task Decomposition and Allocation Using Partial Global Planning, *Distributed Artificial Intelligence*, 2, pp. 229-243.

Epstein, J. and R. Axtell (1996). *Growing Artificial Societies. Social Science from the Bottom Up*, Brookings Institution Press/ The MIT Press.

Etienne, M. 2003. SYLVOPAST: a multiple target role-playing game to assess negotiation processes in sylvopastoral management planning. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation* 6(2).

Etienne, M., Le Page, C. et Cohen, M. 2003. A Step-by-step approach to building land management scenarios based on multiple viewpoints on multi-agent system simulations. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation* 6(2). <<http://jasss.soc.surrey.ac.uk/6/2/2.html>>

Fayein, M. 2003. Elaboration d'un outil d'accompagnement de projets d'aménagements pour la prévention des incendies de forêt. Mémoire de stage de fin d'étude à l'Ecole d'ingénierie Agronomique INA P-G, spécialisation Agronomie-Environnement (AGER).

Ferber, 1995. *Les Systèmes multi-agents, vers une intelligence collective*. InterEditions, Paris, p 40-44.

Jennings N. R, 1993. Commitments and Conventions: The Foundation of Coordination in Multi-Agent Systems, *The Knowledge Engineering Review*, 8 (3), 223-250.

Kozlack, J., Demazeau, Y. and Bousquet, F. 1999. Multi-Agent system to model the Fishbank play process. "CEEMAS", Varsovia (Poland).

Meadows, D., Thomas Fiddaman, Diana Shannon \Fish Banks, LTD.- *Materials Manual*", Laboratory for Interactive Learning, Institute for Policy and Social Science Research Hood House, University of New Hampshire, Durham, USA, July 1993

Muller H. J., 1996, "Negotiation Principles", Chapter 7, *Foundations of Distributed Artificial Intelligence*, (G. M. P. O'Hare and N. R. Jennings eds.), John Wiley & Sons, Inc.

Rouchier J., F. Bousquet, et al. (2001). A multi-agent model for transhumance in North Cameroon. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 25: 527-559.

Sen S. Durfee E.H., 1994. The role of commitment in cooperative negotiation. *International Journal on Intelligent and Cooperative Information Systems*, 3(1):67-81.

Sandholm T. and Lesser V, 1995. Issues in automated negotiation and electronic commerce: Extending the contract net framework. In 1st Int'l Conf. on Multiagent Systems, pages 328--335, San Francisco.

Smith R.G., 1980. "The Contract Net Protocol: High-Level Communication and Control in a Distributed Problem Solver", *IEEE Transactions on Computers*, vol. C-29, n° 12 p. 1104-1113.

Wooldridge, M.J., and Jennings, N.R, February 1995. “Agent Theories, Architectures and Languages: A Survey”, in M. Wooldridge and N. R. Jennings, editors: Intelligent Agents - Theories, Architectures, and Languages I. Springer-Verlag Lecture Notes in AI Volume 890.

8.1 Diagrammes de transitions du modèle Sylvopast [Etienne, M. 2003].

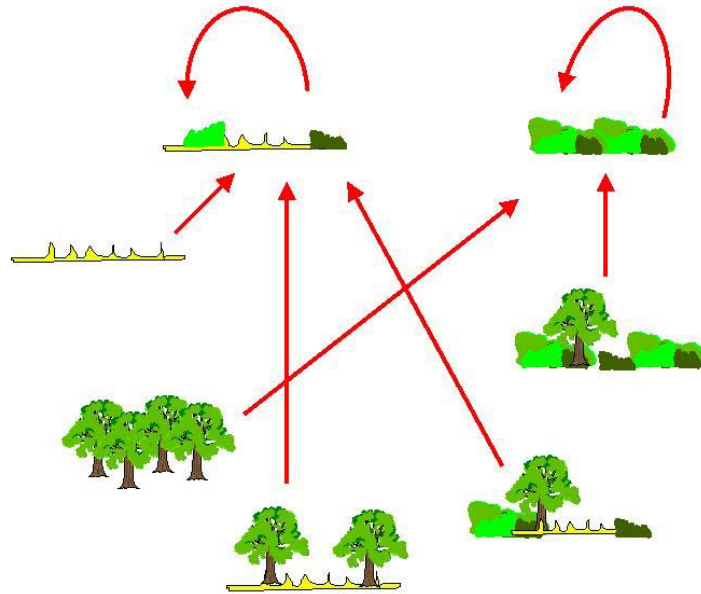


figure 8. Etats de transition d'une zone d'herbe à une zone boisée, en tenant compte des incendies potentiels

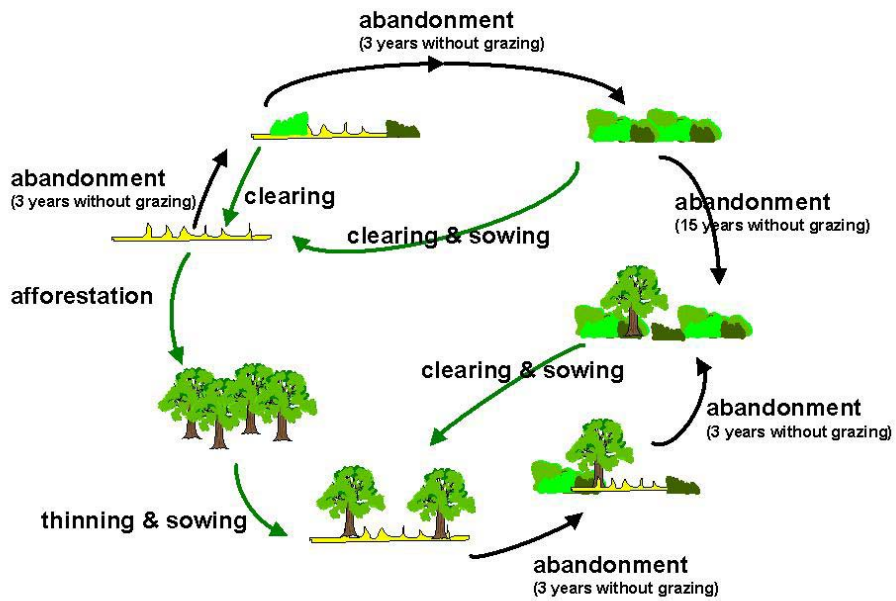


figure 9. Etats de transition d'une zone d'herbe à une zone boisée, en tenant compte des actions des joueurs

8.2 Diagrammes de séquences du modèle Sylvopast [Etienne, M. 2003]

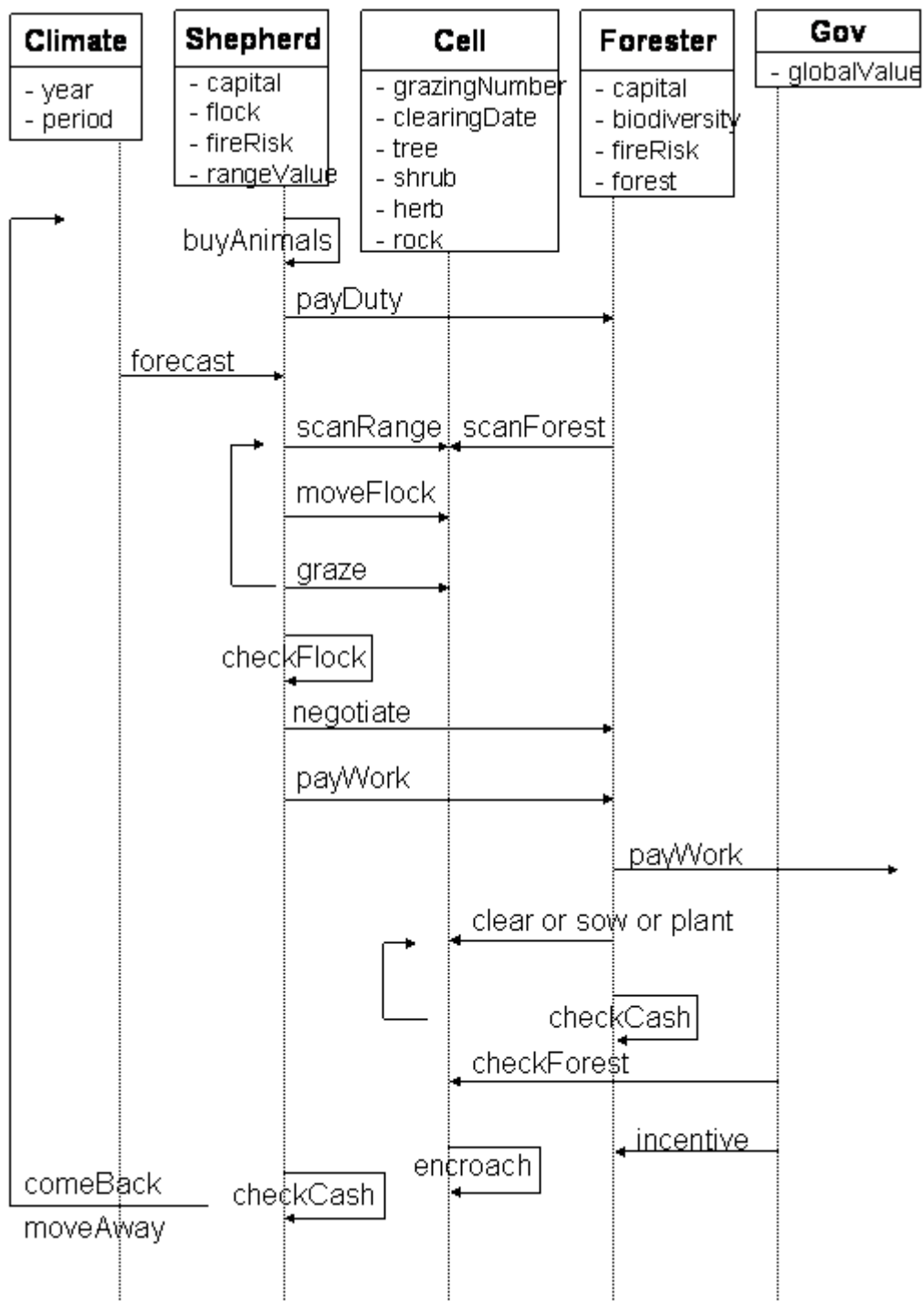


figure 10. Diagramme type séquence du fonctionnement global

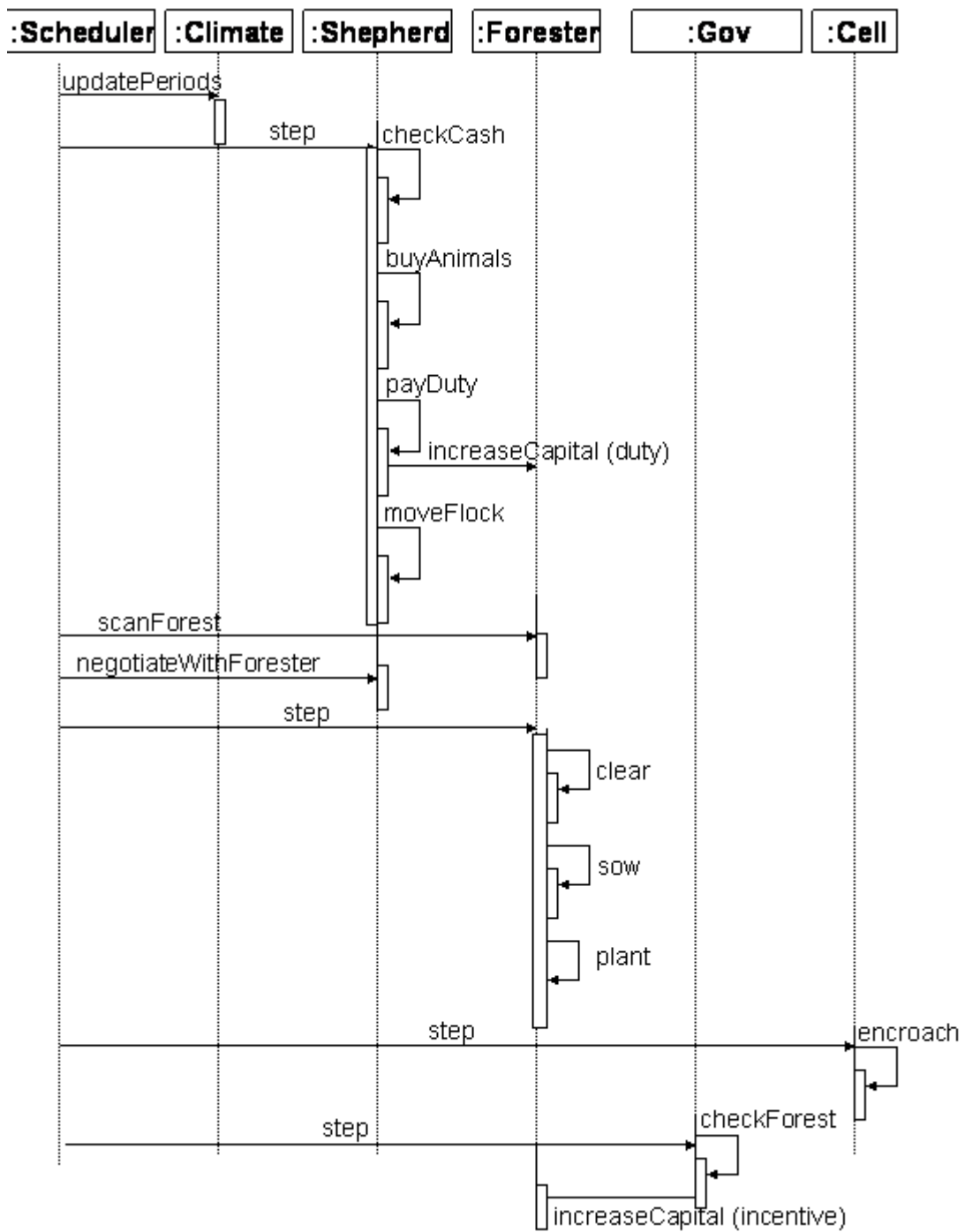


figure 11. Digramme de séquence du modèle SYLVOPAST

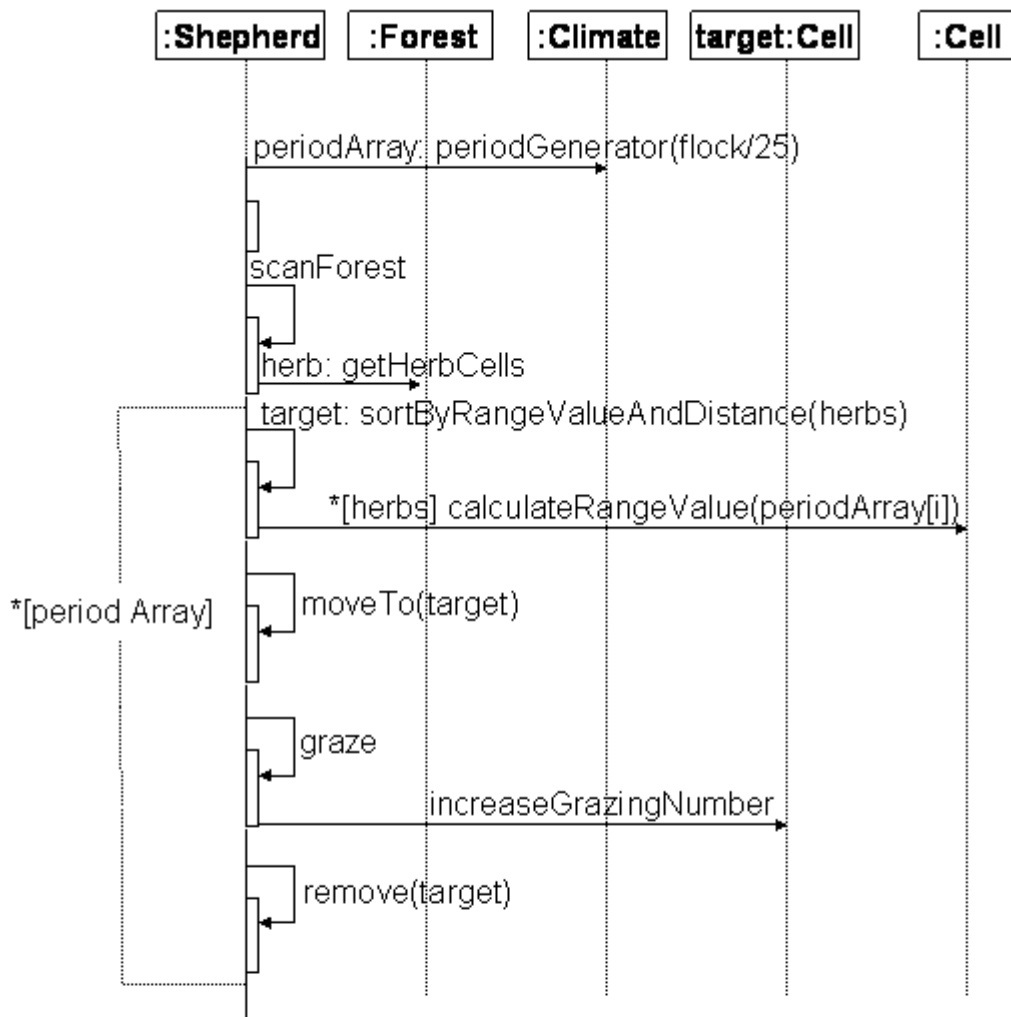


figure 12. Diagramme de séquence UML détaillant la gestion pastorale

8.3 Tutorial de SylvoPast version distribuée

SylvoPast version distribuée
Tutorial

Installation

1. Installer VisualWorks 7.0
(<http://www.cincom.com/scripts/smalltalk.dll/downloads/index.ssp?content=visualworks>)
2. Installer Cormas 2003 (<http://cormas.cirad.fr/fr/outil/outchar.htm>)
3. Télécharger le module OpenTalk de VW7 (couche Smalltalk permettant la distribution)
(<http://www.cincom.com/scripts/smalltalk.dll/downloads/index.ssp?content=visualworks>)
4. Ouvrir Cormas2003.im et charger les parcelles suivantes (dans l'ordre) :
 - a. Opentalk-Prerequisites
 - b. Opentalk-Core-Support
 - c. Opentalk-Core
 - d. Opentalk-STST
 - e. Opentalk-Groups
 - f. Opentalk-Core-Services
5. Charger le fichier « LocalDependents.st » (patch pour Opentalk)
6. Sauver la nouvelle image Cormas2003.im ainsi obtenue

Lancer une partie

Pour jouer une partie, il est nécessaire d'avoir trois PC. Le premier fera office de serveur, le second sera attribué au berger, et le dernier sera celui du forestier.

Note : Si vous n'avez que 2 machines, ou n'avez pas besoin d'un serveur distant, vous pouvez lancer le serveur sur le poste du berger ou du forestier. Il suffira de lancer une image Cormas2003 pour le serveur, et une image Cormas2003 pour le berger ou le forestier, mais sur le même poste.

1. Initialisation du serveur
 - a. Lancer Cormas sur la machine serveur
 - b. Ouvrir le modèle SylvoPastDistribué
 - c. Initialiser avec la fonction « initServer »
2. Initialisation du berger
 - a. Récupérer l'IP du serveur
 - i. Aller sur la machine serveur, faire Démarrer, Exécuter, taper « cmd »
 - ii. Une fois la console apparue, taper « ipconfig »

- iii. Noter l'IP du serveur
 - b. Lancer Cormas sur la machine du berger.
 - c. Ouvrir le modèle SylvoPastDistribué
 - d. Initialiser avec la fonction « InitShepherd »
 - e. Saisir l'IP du serveur
3. Initialisation du forestier
 - a. Lancer Cormas sur la machine du forestier.
 - b. Ouvrir le modèle SylvoPastDistribué
 - c. Initialiser avec la fonction « InitForester »
 - d. Saisir l'IP du serveur
4. Commencez à jouer. Attention, une fois que vous avez validé une boîte de dialogue (en cliquant « OK » par exemple) il se peut qu'elle ne s'actualise pas. Vous devez alors cliquer dans la fenêtre et la faire bouger, et cette dernière s'actualisera automatiquement.

Note : Le berger doit toujours être initialisé avant le forestier.

CONTACT

En cas de problème, envoyez un mail à ruffez@cirad.fr ou christophe.le_page@cirad.fr

8.4 Charte ComMod

La modélisation comme outil d'accompagnement (the Companion Modelling Approach)

Version 1.0 (25 février 2003)

Introduction

Les signataires de cette charte travaillent depuis un certain nombre d'années dans le domaine de la gestion des ressources renouvelables, en utilisant divers outils, et en particulier la simulation multi-agents et les jeux de rôles, afin d'aborder les thèmes scientifiques concernant la propriété commune, les processus de coordination entre acteurs, les processus de décision collective, etc. Le recours à des modèles et à des jeux a été un moyen de franchir les frontières disciplinaires, et de prendre en considération la nature complexe des systèmes étudiés. Ce choix nous a conduit à formaliser notre rapport à la modélisation en une approche qualifiée de « modélisation d'accompagnement » (Bousquet, Barreteau et al. 1999). A une époque où l'on se tourne de plus en plus souvent vers les modèles et vers la simulation pour aborder la complexité et aider à la décision, nous pensons qu'il est important de préciser le contenu de cette approche, qui doit être perçue comme une posture scientifique plutôt que comme un manuel de modélisation. Le processus de modélisation n'est rien d'autre qu'un objet intermédiaire (Vinck 1999) qui facilite nos réflexions collectives et interdisciplinaires.

Posture

Notre recherche est "impliquée" dans le Développement par son immersion dans des enjeux de "terrain" comme moyen privilégié de test et de remise en cause des théories. Nous sommes aux prises avec un questionnement à la fois pragmatique et théorique sur la gestion des ressources renouvelables et de l'environnement, face à des objets d'étude forcément complexes et profondément dynamiques. Cela implique la reconnaissance de l'incertitude et de l'existence de multiples points de vue légitimes, expertises scientifiques comprises. Ces différents points de vue méritent d'être pris en compte dans un processus itératif de compréhension, de confrontation et d'analyse. Nous avons donc choisi de nous donner une doctrine rigoureuse et réfutable² sous la forme d'une *Charte*, pouvant être soumise à évaluation. Ce qui signifie :

² La réfutation est le seul moyen rigoureux de la liberté intellectuelle d'une recherche, particulièrement dans le contexte ambigu de la recherche-action.

- a. Considérer que toutes les idées à la base de la modélisation, ont la seule vocation de se détruire au contact du terrain, c'est-à-dire d'être volontairement et directement soumises à réfutation.
- b. N'avoir aucune hypothèse implicite dans l'expérimentation constitue un objectif en soi impliquant le développement de procédures de mise en évidence de telles hypothèses implicites. A la réfutation empirique vient s'ajouter la réfutation conceptuelle, consistant à confronter le modèle à des résultats reconnus par la communauté scientifique.
- c. Prendre en considération, dès les premières étapes, l'impact sur le terrain, que ce soit en termes d'objectifs recherchés, de qualité de la démarche, d'indicateurs quantifiables, de suivi et d'évaluation.
- d. Donner une attention particulière aux processus de validation de cette démarche de recherche, sachant qu'il n'existe pas de théorie générale de la validation des modèles et que des procédures autres que celles utilisées dans les modèles bio-physico-mathématiques sont à envisager

Ce document est le fruit d'une longue discussion et de nombreux travaux communs au cours des deux dernières années, entre les différents signataires. Cette Charte est par définition évolutive, la volonté de rigueur nécessitant de l'améliorer à chaque étape et l'exigence de réfutation de se remettre continuellement en question. Nous la présentons ici dans sa première version ("Charte 1.0"),

La démarche commune

En concordance avec le caractère dynamique et complexe des processus étudiés, notre démarche de **modélisation d'accompagnement** exige une confrontation continue et itérative entre théories et terrains, au travers de constants va-et-vient. Cette démarche est ainsi adaptée à la complexité et à l'ouverture des systèmes étudiés car (i) elle accepte comme légitime et prend en compte des points de vue éventuellement contradictoires; (ii) elle organise une remise en cause obligatoire de chaque nouvel élément introduit dans la démarche (ii) elle se confronte, à chaque cycle, à des éléments extérieurs nouveaux.

Etant donné que dans le domaine des sciences cognitives, les Systèmes Multi-Agents sont des outils particulièrement adaptés à l'exploration d'hypothèses présentées comme "vraies", et à la représentation de systèmes dynamiques et complexes (Janssen, 2002), cet outil de simulation a été privilégié, associé à d'autres, dans notre démarche.

L'importance des terrains dans notre démarche implique l'attente d'effets tangibles sur ces terrains. Selon les expériences et les outils mis en place, les apports à la réalité peuvent alors être de trois types: la modification des perceptions, la modification des comportements, la modification des actions. Enfin, la distinction doit être faite entre deux contextes d'usage spécifiques de notre démarche: la production de connaissance sur des systèmes complexes et l'appui aux processus collectifs de décision. Alors que la première orientation correspond à de la recherche sur des systèmes *via* une forme particulière de relation au terrain, la seconde orientation correspond à de la recherche sur des méthodes pour faciliter la gestion concertée de ces systèmes en proposant pour cela une forme particulière de relation au terrain.

Premier objectif : La connaissance des environnements complexes

Ce cadre de modélisation se penche sur la dialectique entre chercheur, modèle et terrain. L'apport de la simulation y est envisagé comme l'accompagnement d'un processus itératif de recherche, spécifique à chaque situation. Le cycle continu terrain->modélisation->simulation->terrain représente bien le concept. Cela implique l'acceptation d'une diversité de modèles et de méthodes, oeuvrant cependant toutes à une nouvelle forme de relations entre la simulation, l'itinéraire de recherche et le processus de décision.

Le chercheur débute avec un premier modèle, qui a la vertu de le contraindre à expliciter ses préconceptions tant théoriques que vis-à-vis du terrain. Puis, la confrontation à la réalité lui fait réviser et reconstruire ce premier modèle, prenant progressivement mieux en compte non seulement le terrain mais aussi les questions que se posent les acteurs. La discussion des hypothèses du modèle et des simulations effectuées selon un plan d'expériences correspondant à des questions posées au préalable permet de modifier les premières et de formuler de nouvelles questions. Cela conduit à la constitution d'un nouveau modèle, pouvant aller d'une évolution du premier à partir de la confrontation au terrain et de sa dynamique propre jusqu'à la réalisation d'un modèle entièrement nouveau. Le cycle se poursuivant, on arrive à une famille de modèles, trace des interactions successives entre modélisateur et terrain. Il n'y a en aucun cas *a priori* complexification progressive d'un modèle qui devrait incorporer de plus en plus d'éléments pour coller à « la réalité ».

La famille de modèles ainsi constituée est un véritable système à base de connaissances qui permet au chercheur et aux acteurs ayant été en interaction d'accroître leurs connaissances personnelles et communes sur le système, sur les processus en cours et sur la place de chaque acteur-observateur dans le processus (Berkes et Folke 1998). L'enjeu primordial de la démarche d'accompagnement est alors une meilleure connaissance de ces processus plutôt qu'un itinéraire de gestion « clef en main » des ressources renouvelables. Cela se traduit par une forme particulière de relation au terrain pour le modèle (sensu lato³), qui au lieu d'une simplification de la connaissance des acteurs recherche plutôt une reconnaissance mutuelle de la représentation que chacun a de la problématique étudiée. Cette reconnaissance mutuelle s'appuie sur des indicateurs construits progressivement, en commun, au cours de la démarche et qui constituent les fondements de la modélisation participative.

L'hypothèse sous-jacente est que dans la plupart des situations de gestion de ressources renouvelables, ce n'est pas d'une simple formalisation de sa propre perception dont l'acteur a besoin mais d'un échange entre acteurs (expert compris) sur les représentations et les connaissances existantes. La simulation, en structurant ces échanges, permet aux

³ Tous les types de dialogue possibles entre chercheur et acteur sont considérés ici comme des processus de *modélisation participative* plus ou moins formalisés, depuis le diagnostic uniquement verbal jusqu'aux modèles informatiques. Dans tous les cas, il s'agit en effet de construire une représentation, de la partager puis de la formaliser sous une forme particulière: modélisations "inconscientes" (diagnostic participatifs uniquement verbaux, représentations cognitives d'un expert sur une situation,...) et modélisations plus explicites (cartes, systèmes d'information, modèle informatisé,...)

acteurs de parvenir à valider les interactions entre les différentes représentations et les dynamiques du système intégrées dans le modèle. Il y a bien apprentissage sur le système étudié dans l'interaction avec et entre les acteurs locaux (Conein et Jacopin 1994).

Deuxième objectif : L'appui aux processus collectifs de décision en situation complexe

Il s'agit d'une démarche permettant de faciliter des processus collectifs de décision en proposant un travail d'explicitation des points de vue et des critères subjectifs auxquels se réfèrent implicitement voir inconsciemment les différentes parties prenantes. En effet, comme l'ont démontré plusieurs travaux (Mermet 1992; Weber and Reveret 1993; Ostrom, Gardner et al. 1994; Funtowicz, Ravetz et al. 1999), face à une situation complexe, le processus de décision est évolutif, itératif et continu. Cela signifie qu'il produit des actes de "décision" toujours imparfaits mais dont le but est d'être, à chaque itération, moins imparfaits et plus partagés. Autrement dit, l'enjeu n'est pas dans la qualité du choix mais dans la qualité du processus qui y a conduit. Il ne s'agit pas de trouver la meilleure solution mais de se donner les moyens de prendre en charge au mieux les incertitudes de la situation. Pour améliorer la qualité des processus collectifs de décision, la démarche cherche à rendre plus clairs et à faire partager les points de vue qui ont conduits à cette situation. La démarche se réfère à une perception dynamique du processus de décision, dans laquelle en particulier la perception scientifico-technique représente une simple option parmi d'autres dans le processus de prise de décision, et non pas une perception supposée juste vers laquelle doit tendre la décision. L'objectif n'est donc pas de produire ambitieusement des décisions et des résultats définitifs, mais d'enrichir le processus de prise de décision, que ce soit sous son aspect technique (informations, qualité technique des actions entreprises,...) ou son aspect sociologique (plus grande concertation, renforcement du pouvoir de l'acteur dans la décision,...). Face à un processus évolutif, itératif et continu, c'est un accompagnement évolutif, itératif et continu.

Quels outils peuvent prendre part à ce processus et comment les utiliser pour accompagner la dynamique collective de décision, c'est-à-dire aider les acteurs à gouverner au long d'un itinéraire continu et d'enrichissement progressif, au lieu de proposer des solutions d'expertise ? Nous sommes ainsi ici dans le cadre d'une approche expérimentale de la science post-normale où, à partir d'une conception partagée sur l'évolution de la situation présente, les acteurs peuvent s'engager ensemble dans un processus de prise en charge de l'incertitude (Funtowicz et Ravetz 1994). C'est ainsi que nous envisageons l'utilisation de différents supports d'accompagnement au processus de décision (SMA, Jeu de rôle, SIG, outils économiques, outils juridiques....). Selon les situations, la production de connaissances ou de points de vue sur un système donné pourra se traduire par :

- une amélioration de la connaissance des acteurs-décideurs
- une facilitation de la concertation entre acteurs (expert compris), au moyen d'un cadre de discussion et de partage de l'information, un échange de points de vue, de connaissances, de croyances entre acteurs

- une aide à la négociation, visant ici un rapprochement de points de vue divergents dans une situation de conflit donnée

La modélisation d'accompagnement s'insère alors dans un processus de médiation, même si elle ne couvre pas à elle toute seule tout le processus. Les acteurs apprennent collectivement en créant, modifiant ou observant les simulations. Car simuler, c'est agir sur le processus de décision, en créant ou modifiant des représentations. La modélisation d'accompagnement conduit les acteurs à partager des représentations et des simulations, comprenant les actions possibles (règles, aménagement,...) qu'ils envisagent sur le milieu. Cependant, la modélisation d'accompagnement ne prend pas en charge les autres étapes possibles du processus, qui concerneraient une expertise plus quantifiée (taille d'un aménagement, production estimée, etc.). Notre modélisation intervient donc en amont de la décision technique, lorsqu'il s'agit d'appuyer la réflexion des différents acteurs concernés, pour une représentation partagée de la problématique et des voies possibles pour engager un processus de prise en charge.

Une utilisation conjointe

Nous considérons que l'organisation de l'action est le résultat qui émerge d'une dynamique d'interactions entre acteurs, individuels et/ou collectifs. Cette dynamique est elle-même contrainte par la compréhension, la perception, que chaque acteur a des actions des autres, donc de ses indicateurs à propos d'un environnement qu'il partage avec les autres. Il est donc fondamental de distinguer rigoureusement les deux voies d'application de notre démarche même si elles sont souvent empruntées simultanément dans la pratique. La première voie cherche sa légitimité scientifique dans la production de connaissances et la pertinence de celles-ci, la deuxième voie cherche sa légitimité scientifique dans l'amélioration de la qualité des processus de décision collective.

Dans les deux situations, il y a production de connaissances dans l'interaction entre des chercheurs et des acteurs locaux, mais, dans le premier cas, cette production de connaissances est l'objectif (qu'elle soit à destination des chercheurs ou des acteurs locaux dans des actions de formation) alors que dans le second cas on fait l'hypothèse que c'est un élément de méthode nécessaire pour atteindre un objectif principal qui est l'appui à la décision collective. Cette distinction concerne autant la question méthodologique que les plans épistémologiques et analytiques : rien ne dit que les outils et les méthodes éprouvés dans un cas seront utiles, efficaces et adaptés dans l'autre, en particulier vis-à-vis de la position du chercheur/modélisateur dans le processus. C'est pourquoi nous abordons de façon différente ces deux problématiques de modélisation. Par contre nous pensons nécessaire de les aborder conjointement car les points de vue générés dans chacun des deux cas sont utiles pour décrypter les effets secondaires générés par l'un d'entre eux.

Signataires

Martine Antona (économiste CIRAD), Sigrid Aubert (juriste CIRAD), Olivier Barreteau (sciences de l'eau Cemagref), Stanislas Boissau (sociologue Université de Wageningen / CIRAD), François Bousquet (modélisateur CIRAD), Patrick D'Aquino (géographe CIRAD), William's Daré (sociologue Cemagref) Michel Etienne (écologie végétale INRA), Christophe Le Page (modélisateur CIRAD), Raphaël Mathevet (écologie animale Tour du Valat), Guy Trébuil (agronome CIRAD), Jacques Weber (économiste IFB).

Si vous êtes intéressés par cette approche et si vous désirez rejoindre le groupe des signataires de cette charte pour participer à leur forum de discussions, consultez le site internet suivant : <http://cormas.cirad.fr/fr/reseaux/ComMod/index.htm>

Références

- BERKES F et Folke C, (Eds.) (1998) *Linking ecological and social systems*. Cambridge: Cambridge University Press.
- BOUSQUET F, Barreteau O, Le Page C, Mullon C et Weber J (1999). "An environmental modelling approach. The use of multi-agent simulations", In Blasco F et Weill A (Eds.) *Advances in environmental and ecological modelling*: Elsevier.
- CONEIN B et Jacopin E (1994) Action située et cognition: le savoir en place. *Sociologie du Travail*, 4. pp. 475-500.
- FUNTOWICZ S, Ravetz J et O'Connor M (1999) Challenges in the use of science for sustainable development. *International Journal of Sustainable Development*, 1. pp. 99-108.
- FUNTOWICZ S O et Ravetz J R (1994) The worth of a songbird; ecological economics as a post normal science. *Ecological Economics*, 10. pp. 197-207.
- JANSSEN M, (Ed.) (2002) *Complexity and Ecosystem Management: The Theory and Practice of Multi-agent Approaches*. Edward Elgar Publishers.
- MERMET L (1992) *Stratégies pour la gestion de l'environnement, la nature comme jeu de société ?* Paris: L'Harmattan.
- OSTROM E, Gardner R et Walker J (1994) *Rules, games and common-pool resources*. The University of Michigan Press.

VINCK D (1999) Les objets intermédiaires dans les réseaux de coopération scientifique. *Revue Française de Sociologie*, 40. pp. 385-414.

WEBER J et Reveret J-P (1993) Biens communs : les leurres de la privatisation. *Le Monde Diplomatique*, coll. *Savoirs*, 2. pp. 71-73.

8.5 Action Spécifique « Conception participative de modèles de simulations orientées agent »

Responsable: Alexis Drogoul (LIP6/OASIS/MIRIAD – Univ. Paris 6),
Participants : Jean-Pierre Müller (CIRAD/GREEN - Montpellier), Manuel Zacklad (Tech/CICO – UTT Troyes), Juliette Rouchier (CNRS/Greqam - Marseille), Jean-Paul Sansonnet (CNRS/LIMSI/AMI - Orsay), Yann Chevaleyre (LAMSADE – Univ. Dauphine).

Thème :

Les techniques de simulation individu-centrée connues sous le nom de simulations orientée agent sont aujourd'hui en plein essor et remplacent progressivement les différentes techniques de micro-simulation utilisées jusqu'à présent. Ceci est dû, pour une part, à leur capacité à appréhender des modèles très différents d'« individus », depuis des entités très simples (par le biais d'agents « réactifs ») jusqu'à des entités plus complexes (sous la forme d'agents qualifiés de « cognitifs »). En outre, la facilité avec laquelle, au sein d'un cadre conceptuel unifié, différents niveaux de représentation (par exemple, « individus » et « groupes ») peuvent être manipulés par le modélisateur est également une de ses qualités souvent mise en avant, par rapport, par exemple, à ce qu'offrent les automates cellulaires. Cette versatilité apparente fait de la simulation orientée-agent le support de choix pour la simulation de systèmes complexes, et, s'il faut en croire les actes des événements qui lui sont consacrés (i.e., MABS, SimSoc, etc.), elle se diffuse dans un nombre grandissant de domaines, notamment dans les sciences sociales, où elle permet de modéliser et de simuler, sous la forme d'agents artificiels, les comportements, les procédures de décision et les interactions des acteurs humains qui participent à des phénomènes sociaux.

Ce succès ne doit cependant pas masquer les importantes lacunes méthodologiques qui entourent le développement de ces simulations. Dans la majorité des cas, les procédures de décision et d'interaction ainsi modélisées sont en effet extraites de connaissances faiblement formalisées (textes, observations, théories empiriques, etc.) ou de connaissances appliquées, en situation, par les acteurs du phénomène, et donc subjectives et difficiles à traduire sous la forme d'un modèle computationnel. Tout ne peut donc être figé lors de la conception et de la spécification des comportements des agents, et les procédures d'extraction de connaissances nécessaires peuvent occasionner de nombreuses itérations avant que leurs résultats ne satisfassent à la fois thématiciens et concepteurs.

Le développement récent des *simulations participatives* a ouvert, pour résoudre cette difficulté, un nouveau champ de recherches, en invitant experts et acteurs à définir, interactivement ces comportements par l'intermédiaire de jeux de rôles ou d'immersion comme « agents humains » dans des simulations. Ces approches permettent une participation active des acteurs, notamment dans la phase de conception. Les comportements observés lors des expérimentations sont cependant toujours implémentés manuellement par les informaticiens.

On désigne par le terme de *conception participative* des méthodes qui se fondent sur ce même principe (placer les acteurs en situation dans un cadre défini par la simulation elle-même) tout en tirant parti du double rôle des agents : celui d'abstractions

computationnelles pour l'implémentation de la simulation et celui, simultané, d' « agents assistants » attachés à un « tuteur », expert ou acteur. Le terme d' « agent assistant » fait ici référence à des agents dotés de capacités d'apprentissage et d'une certaine forme d'autonomie décisionnelle. L'objectif est que ces derniers puissent acquérir, par interactions répétées avec (ou observations de) leur tuteur, les comportements pertinents (et les contextes qui leur sont associés), et apprendre ou réviser dynamiquement leurs procédures de décision en accord et en interaction avec ces mêmes tuteurs.

Ces méthodes, fondées sur des techniques d'apprentissage par imitation ou démonstration, permettent d'envisager des techniques véritablement interactives d'extraction des connaissances basées sur un dialogue maître/apprenti entre un acteur et l'agent qui le représente (qui constituent à eux deux, vis-à-vis des autres agents de la simulation, une et une seule entité) : l'agent acquiert tout ou partie de son comportement par observation de l'activité de l'acteur humain, qui se trouve être situé dans le même contexte décisionnel que lui, mais sait aussi proposer des solutions qui peuvent être amendées dynamiquement par l'acteur humain quand celui-ci le juge nécessaire.

Les techniques de conception participative, par l'utilisation conjuguée de techniques de simulation orientée-agent et d'apprentissage automatique, représentent potentiellement une avancée considérable dans le domaine de la conception de simulations sociales. Bien qu'il ne fasse pas de doute qu'elles connaissent un essor important dans les années à venir, force est de reconnaître qu'elles n'en sont, aujourd'hui, qu'à leurs balbutiements dans les différents domaines de recherche impliqués. Le rôle de cette Action Spécifique est précisément, en regroupant des chercheurs de différents horizons, de fournir un cadre conceptuel clair à ces différentes méthodes, en faisant à la fois un état de l'art qui soit le plus complet possible, mais également en délimitant les pistes de recherche qui auront vocation à être exploitées par des équipes-projets. Elle aura pour but, en particulier, et sans que cette liste n'ait de vocation à être exhaustive :

- D'identifier les domaines d'application existants et potentiels,
- De classifier les méthodes d'apprentissage en-lignes, langages de représentation des connaissances et du contexte, techniques d'acquisition, architectures d'agents et plate-formes de simulation orientée-agent les plus adaptées,
- D'approfondir les relations (notamment méthodologiques) avec des domaines connexes, comme les recherches menées sur les pratiques collectives médiatisées, l'usage des NTIC dans l'enseignement à distance, les méthodes de co-conception, etc.
- De mettre à jour les différents biais auxquels sont soumises les méthodes de conception participative, depuis ceux spécifiques à la génération automatisée de modèles computationnels, jusqu'aux difficultés empiriques rencontrés dans les expérimentations
- D'organiser la communauté scientifique se réclamant de ces méthodes, notamment par la mise en place d'ateliers de travail et la coordination de réponses à d'éventuels appels d'offres de projets.

Fonctionnement et financement

L'Action Spécifique sera organisée autour d'un « noyau dur » de laboratoires qui respecte la parité SHS/STIC. Son fonctionnement sera fondé sur le principe de réunions régulières entre les membres de ces laboratoires, dédiées à un thème précis, et auxquelles seront ponctuellement conviés des intervenants extérieurs. La dissémination des documents produits ou présentés lors de ces réunions sera assurée via un site web et l'organisation de journées d'études et de réflexion ouvertes à tout les chercheurs concernés. Le financement demandé servira à assurer les remboursements des déplacements des intervenants et à couvrir les frais d'organisation des journées d'études.