
Les réseaux d'engagements comme méthode pour modéliser le comportement dialogique des agents

Mathieu Bergeron — Brahim Chaib-draa

Laboratoire DAMAS
Département d'informatique et de génie logiciel,
Université Laval, Ste-Foy, PQ, Canada
{bergeron,chaib}@damas.ift.ulaval.ca

RÉSUMÉ. Dans cet article, nous présentons une méthode qui permet de spécifier le comportement dialogique des agents à partir des engagements pouvant être contractés entre eux et des liens pouvant exister entre ces engagements. Tout d'abord, nous présentons le langage de communication DIAGAL, un langage basé essentiellement sur les engagements sociaux et sur les jeux de dialogue. Dans ce contexte, nous expliquons comment les jeux de dialogues sont structurés de manière à manipuler les différents engagements de la couche sociale d'un système multi-agents. Nous présentons ensuite notre modèle d'engagements de manière à expliquer comment les agents utilisant DIAGAL peuvent utiliser les différents jeux de dialogue pour manipuler les engagements. Nous introduisons à cet effet le concept de réseau d'engagements qui permet de spécifier les liens de causalité existant entre les différents engagements d'un système multi-agents. Finalement, nous expliquons au moyen d'un exemple illustratif comment on peut mettre en oeuvre, au travers de notre simulateur, nos concepts et nos idées.

ABSTRACT. In this article, we present the web of commitment methodology that allows us to specify the dialogical behavior of agents from the commitments that can be contracted between them and from the links that can exist between those commitments. At first, we present the DIAGAL agent communication language which is based on social commitments and dialogue games that are defined as structures regulating the mechanism under which some commitments are discussed through the dialogue. Then, we present our social commitments model to explain how the agent who uses DIAGAL can use the dialogue games to manipulate the commitments. For that, we introduce the web of commitments concept which makes it possible to specify the causality links that exist between various commitments of a multi-agent system. Finally, we explain using an illustrative example how we could implement, through our simulator, our concepts and ideas.

MOTS-CLÉS: langages de communication agent, protocoles d'interaction, dialogue, modélisation.

KEYWORDS: agent communication language, interaction protocols, dialogue, modeling.

1. Introduction

Dans le but de résoudre certains problèmes attachés aux langages de communication agent basés sur les états mentaux (KQML, FIPA-ACL), une nouvelle approche basée sur des conventions sociales, est apparue. Cette approche repose sur les engagements sociaux qui permettent de résoudre le problème de l'hypothèse de sincérité présent dans les approches mentalistes [SIN 98, DIG 00]. En effet, les engagements sociaux, contrairement aux états mentaux, sont vérifiables car ils sont publics. Cependant, mis à part Wan et Singh qui ont proposé une méthodologie qui permet de déduire les engagements ainsi que les liens entre eux à partir d'un exemple de conversation [WAN 03], peu de chercheurs se sont intéressés aux liens qui peuvent exister entre les différents engagements pouvant être contractés dans un système multi-agents pour spécifier le comportement dialogique des agents qui le compose. De notre côté, nous croyons qu'il est intéressant de considérer les engagements que peuvent avoir les uns envers les autres dans un système multi-agents (et ce pour une application visée) plutôt que dans un exemple de conversation limité. Comparativement à El Fallah-Seghrouchni qui étudie la dynamique des interactions (causalité entre les événements d'une conversation) pour *analyser* les dialogues entre agents [ELF 98, ELF 99], nous proposons d'étudier la dynamique (causalité entre les engagements) pour *spécifier* les interactions. En répertoriant l'ensemble des engagements pouvant exister dans le système multi-agents nous pourrions, à partir de la description de celui-ci, déterminer les liens de causalité qui existe entre les engagements et former un *réseau d'engagements* du système. Plutôt que de suivre des protocoles de communication précis, les agents d'un système pourrait alors réfléchir sur les engagements en observant le réseau pour orienter leurs conversations. Dans cet article nous allons donc présenter les réseaux d'engagements qui permettent de spécifier implicitement le comportement dialogique des agents d'un système. Nous allons tout d'abord présenter à la section 2 le langage de communication agent DIAGAL qui est basé sur les engagements sociaux. La section 3 nous permet de présenter plus en détail notre modèle d'engagements et finalement on retrouve à la section 4 le concept de réseau d'engagements ainsi qu'un exemple d'application de celui-ci.

2. Le langage DIAGAL

Dans la lignée des langages de communication agent basés sur les engagements sociaux, Maudet [MAU 01] et Chaib-draa [CHA 02] ont donné naissance au langage de communication DIAGAL (*DI*AlOgue-*G*ame based *A*gent *L*anguage). DIAGAL, comme son nom l'indique, est un langage basé sur les jeux de dialogue qui sont définis comme étant des structures permettant d'engager des interlocuteurs dans un dialogue. Cette section vise donc à présenter comment sont définis les jeux de dialogue à l'intérieur de DIAGAL et à présenter les jeux qui forment le langage. Comme la sémantique des jeux de dialogue de DIAGAL repose sur la notion d'engagement, nous commençons tout d'abord par définir cette notion.

2.1. Les engagements

Les engagements sont très importants dans notre approche, car en plus de servir à définir la structure des différents jeux de dialogue, ils représentent la raison d'être de ceux-ci. En effet, le but premier des jeux de dialogue est de permettre aux agents de manipuler les engagements. Dans notre modèle, un engagement est représenté par un prédicat de la forme :

$$C(x, y, \alpha, t, s_x, s_y)$$

Ce prédicat représente le fait qu'un agent x (le débiteur) est engagé envers un agent y (le créateur) sur l'action α au temps t . Si x décide de ne pas respecter l'engagement ou de l'annuler il se verra imposer la sanction s_x tandis que la sanction s_y sera imposée à y s'il décide de libérer x de l'engagement. Cette notation inspirée de Singh [SIN 00] permet également de former des engagements ayant des contenus plus complexes. On peut avoir un contenu du type $\alpha_1|\alpha_2$ qui spécifie que le débiteur est engagé à réaliser une des deux actions (α_1 ou α_2) ou un contenu du type $\alpha_1 \Rightarrow \alpha_2$ qui signifie que le débiteur est engagé à effectuer l'action α_2 en cas d'exécution de l'action α_1 . Le contenu d'un engagement peut également être une proposition, on parle dans ce cas d'un engagement propositionnel.

De leur côté, les agents qui utilisent le langage DIAGAL gardent une trace des différents engagements les concernant dans leur *agenda*. Ces engagements sont ajoutés dans l'agenda en fonction de leur temps de création. Un agent peut donc facilement consulter la liste des engagements dont il est le débiteur ou le créateur en parcourant son agenda. Maintenant que la notion d'engagement a été présentée nous pouvons montrer comment les jeux de dialogue sont définis et comment les agents peuvent les utiliser pour manipuler les engagements.

2.2. Structure des jeux de dialogue

Les jeux de dialogues sont des structures qui permettent de réguler les mécanismes par lesquels les différents engagements sont négociés par le dialogue [MCB 02]. De plus, ce sont les engagements qui nous permettent de définir les différents jeux de dialogue. En fait, les jeux sont des structures bilatérales définis par :

- des conditions d'entrée (E) : ces conditions doivent être remplies pour pouvoir entrer dans le jeu.
- des conditions de succès (S) : ces conditions représentent le but (engagement désiré) de l'agent initiateur du jeu de dialogue.
- des conditions d'échec (F) : ce sont les conditions qui permettent de déduire que le jeu a atteint un état d'échec (l'engagement désiré est rejeté).
- des règles (R) : ce sont les règles permettant au dialogue de progresser vers les conditions de succès ou d'échec. Ces règles sont définies par des engagements dialogiques que les agents doivent respecter s'ils acceptent de jouer le jeu.

Dans le but de bien comprendre comment un jeu est défini nous présentons ici la définition de l'un des jeux du langage DIAGAL : le jeu de requête (*rg*). Ce jeu permet

à un agent x d'effectuer une requête à un agent y en vue de l'engager à réaliser une action α . L'agent y qui reçoit la requête peut accepter de réaliser l'action ou refuser. En fait, si le jeu se termine avec succès un engagement concernant l'action α sera créé et ajouté aux agendas de x et y . Les conditions et les règles du jeu de requête sont présentées à la figure 1. Le lecteur désirant en savoir plus sur la spécification des différents jeux de dialogue de DIAGAL peut se référer à [PAS 04].

$$\begin{array}{l|l}
 E_{rg} & \neg C(y, x, \alpha, t_i) \text{ and } \neg C(y, x, \neg\alpha, t_i) \\
 S_{rg} & C(y, x, \alpha, t_f) \\
 F_{rg} & \neg C(y, x, \alpha, t_f) \\
 R_{rg} & \begin{array}{l}
 1) C_g(x, y, \text{requête}(x, y, \alpha), t_j) \\
 2) C_g(y, x, \text{requête}(x, y, \alpha) \Rightarrow \\
 \quad C_g(y, x, \text{accepte}(y, x, \alpha) | \text{refuse}(y, x, \alpha), t_{j+1}), t_j) \\
 3) C_g(y, x, \text{accepte}(y, x, \alpha) \Rightarrow C(y, x, \alpha, t_f), t_j) \\
 4) C_g(y, x, \text{refuse}(y, x, \alpha) \Rightarrow \neg C(y, x, \alpha, t_f), t_j)
 \end{array}
 \end{array}$$

Figure 1. Les conditions et règles du jeu de requête.

2.3. Mise en place et composition des jeux

Le langage DIAGAL utilise des méta-actes pour permettre aux agents d'utiliser les jeux de dialogue. Ces méta-actes permettent aux agents de proposer, d'accepter ou de refuser l'entrée ou la sortie d'un jeu. Un jeu peut donc être *proposé*, *ouvert* ou *fermé* et c'est un méta-jeu nommé jeu de contextualisation qui permet aux agents de modifier l'état des jeux. Le jeu de contextualisation est d'autant plus important que le langage DIAGAL offre la possibilité de combiner les jeux de dialogue de différentes façons. Un agent peut, par exemple, emboîter un nouveau jeu à l'intérieur d'un jeu déjà ouvert ou proposer une séquence de jeu. En fait, il est possible de combiner les jeux du langage de quatre façons différentes et ce sont ces différentes combinaisons possibles qui amènent des contraintes sur la façon de structurer le dialogue. En effet, nous ne voulons pas que l'état des différents jeux puissent être modifié de n'importe quelle façon et c'est en définissant les différentes combinaisons de jeux valides que l'on peut s'en assurer. Dans cet article nous ne donnerons pas plus de détails sur ces notions, mais les différentes possibilités de combinaisons de jeux et les détails sur le jeu de contextualisation sont présentés dans [MAU 01] et [CHA 03].

2.4. Les jeux de dialogue

Le langage DIAGAL contient présentement trois types de jeux de dialogue qui permettent de créer, retirer et modifier les différents engagements de la couche sociale. Pour la création d'engagements, quatre jeux de base ont été définis. Ces jeux permettent, en cas de succès, de créer les quatre types d'engagements pouvant exister entre deux agents x et y . Ces jeux sont les suivants :

- Pour tenter de créer un engagement en action de y envers x , l'agent x peut utiliser le jeu de *requête* ;
- Pour tenter de créer un engagement en action de x envers y , l'agent x peut utiliser le jeu d'*offre* ;
- Pour tenter de créer un engagement propositionnel de y envers x , l'agent x peut utiliser le jeu de *question* ;
- Pour tenter de créer un engagement propositionnel de x envers y , l'agent x peut utiliser le jeu d'*information* ;

Ces quatre jeux sont complets pour la création d'engagements car tous les types d'engagements peuvent être créés à partir de ceux-ci. Un agent désirant obtenir un engagement particulier doit tout simplement sélectionner le jeu de dialogue qui permet de créer le type d'engagement souhaité et proposer de jouer ce jeu au deuxième agent concerné par l'engagement. Si le jeu se termine avec succès, l'engagement désiré sera ajouté à l'agenda des deux agents concernés. Par ailleurs, quatre autres jeux permettent de retirer les quatre types d'engagements pouvant exister entre deux agents. Comme dans le cas de la création, ces quatre jeux sont complets pour le retrait d'engagements. Finalement, deux jeux permettent de modifier les quatre types d'engagements pouvant exister entre deux agents.

3. Manipulation d'engagements

Comme on l'a mentionné dans la section précédente, le but premier des jeux de dialogue est la manipulation des engagements. En fait, les jeux permettent aux agents de modifier l'état d'un engagement. Dans cette section nous allons donc présenter les différents états qu'un engagement peut prendre et comment ces états peuvent être modifiés à l'intérieur d'un système multi-agents.

3.1. État des engagements

Les engagements qui sont créés entre les différents agents d'un système évoluent, leurs états changent. Les états possibles pour un engagement sont les suivants :

- Inactif (Ina) : À la base, un engagement est considéré comme inactif. En fait, tous les engagements qui ne sont pas socialement acceptés sont dans l'état *inactif*.
- Créé (Cr_t) : Un engagement est dans l'état *créé* lorsqu'il a été socialement établi par deux agents à l'aide d'un jeu de dialogue.
- Annulé (Cn_l) : Un engagement est dans l'état *annulé* lorsqu'il a été retiré de la couche sociale par le débiteur.
- Libéré (Re_l) : Un engagement est dans l'état *libéré* lorsqu'il a été retiré de la couche sociale par le créateur.
- Rempli (Fu_l) : Un engagement est dans l'état *rempli* lorsque le débiteur de celui-ci a respecté son contenu.

– Violé (Vio) : Un engagement est dans l'état *violé* lorsque le débiteur de celui-ci n'a pas respecté son contenu.

– Échec (Fa1) : Un engagement est dans l'état *échec* lorsqu'un agent a tenté de l'ajouter à la couche sociale mais qu'il a échoué.

On retrouve à la figure 2 les différentes transitions d'états possibles d'un engagement dans notre modèle. Regardons maintenant comment sont réalisées ces transitions entre les différents états à l'intérieur d'un système multi-agents.

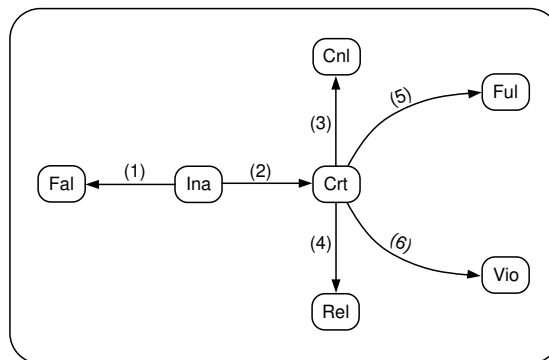


Figure 2. Diagramme d'état d'un engagement.

3.2. Modification d'état d'un engagement

À l'intérieur d'un système multi-agents où les jeux de dialogue sont utilisés comme moyen de conversation, trois types d'événements peuvent provoquer la modification d'état d'un engagement :

- (i) Réalisation d'une action non-dialogique.
- (ii) Passage du temps.
- (iii) Participation à un jeu de dialogue.

En premier lieu, un engagement passe dans l'état *rempli* lorsque l'action qu'il contient est réalisée par l'agent débiteur. Cette transition est représentée par le lien (5) sur la figure 2. Le passage du temps peut également causer la modification d'état d'un engagement. En effet, un engagement passe dans l'état violé s'il devait être respecté à un certain temps et que ce temps est dépassé. Cette transition est représentée sur la figure 2 par le lien (6). Finalement, l'état d'un engagement peut être modifié par le dialogue via les jeux de dialogue.

Lorsqu'un agent désire modifier l'état d'un engagement, il doit en discuter avec l'autre agent concerné par l'engagement en question. Il doit donc utiliser un des dix jeux du langage DIAGAL pour tenter de modifier la couche sociale correctement. En

fait, les différents jeux de dialogue permettent d'effectuer les transitions qui sont numérotées de 1 à 4 sur la figure 2. Le tableau 1 présente l'ensemble des jeux de dialogue qu'un agent x doit utiliser pour effectuer les différentes modifications d'état des différents engagements. En fait, les agents qui utilisent le langage DIAGAL cherchent dans la liste des jeux de dialogue disponibles celui qui a comme condition de succès le type d'engagement désiré et qui permet d'obtenir l'état désiré pour l'engagement. Par exemple, le tableau 1 nous permet de constater qu'un agent x désirant créer un engagement en action dont il est le créateur et dont l'agent y est le débiteur ($C(y, x, \alpha)$) se doit de proposer à y de jouer un jeu de requête concernant l'action α . Suite à la requête, l'engagement passera dans l'état *créé* si l'agent y accepte l'engagement et dans l'état *échec* sinon. Dans le tableau α représente une action et p une proposition.

Type d'engagement	État désiré	Jeu de dialogue utilisé
$C(x, y, \alpha)$	<i>Créé</i>	Jeu d'offre
	<i>Annulé</i>	Jeu annule.EAction
$C(y, x, \alpha)$	<i>Créé</i>	Jeu de requête
	<i>Libéré</i>	Jeu libère.EAction
$C(x, y, p)$	<i>Créé</i>	Jeu d'information
	<i>Annulé</i>	Jeu annule.EProp
$C(y, x, p)$	<i>Créé</i>	Jeu de question
	<i>Libéré</i>	Jeu libère.EProp

Tableau 1. Tableau des jeux de dialogue qu'un agent x doit utiliser pour modifier l'état des différents types d'engagements.

4. Réseau d'engagements

Comme le langage DIAGAL se base sur les engagements, il est intéressant de regarder comment nous pourrions spécifier le comportement dialogique des agents d'un système multi-agents à partir de ces mêmes engagements. En fait, il est intéressant d'étudier les liens qui existent entre les différents engagements pouvant être établis à l'intérieur du système. On peut par exemple se demander à quel moment un agent doit tenter d'obtenir un engagement particulier ou quand doit-il tenter de modifier un engagement existant. Cette section vise donc à présenter le concept de réseau d'engagements et à donner un exemple d'utilisation de celui-ci. Commençons donc par regarder comment sont représentés les liens entre les engagements et comment le réseau d'engagements est formé à partir de ces liens.

4.1. Dynamique des engagements

À l'intérieur d'un système multi-agents, il est possible et même probable que le fait de modifier l'état d'un engagement pousse un agent à tenter de modifier l'état d'un autre engagement. Par exemple, l'annulation d'un engagement C_i peut amener

un agent a effectuer une tentative de création d'un engagement C_j . Il est donc possible, en répertoriant les conséquences des changements d'états de tous les engagements d'un système, de former un réseau d'engagements qui fait ressortir les liens entre ces derniers.

Pour ce faire, nous avons développé une méthode graphique qui s'inspire des diagrammes de causalité entre engagements de Wan et Singh [WAN 03]. Notre méthode permet de représenter les engagements et de les lier par les différentes opérations pouvant être effectuées sur eux via les différents états qu'ils peuvent prendre. Tout d'abord, un engagement est simplement représenté par un cercle contenant un identifiant unique de l'engagement ainsi que le débiteur et le créateur de celui-ci. Une flèche entre deux engagements est ajoutée si une modification de l'état du premier engagement est la cause d'une tentative de modification de l'état du deuxième engagement. Regardons un exemple pour bien comprendre comment un lien entre deux engagements est représenté. Supposons qu'un système très simple contient trois agents (x, y et z) et que seulement deux engagements existent dans le système : $C1 = C(x, y, \alpha)$ et $C2 = C(x, z, \beta)$. Supposons maintenant que la création (passage dans l'état *créé*) de l'engagement C1 entraîne, dans notre système, l'annulation (passage dans l'état *annulé*) de l'engagement C2. La figure 3 montre comment cette relation de causalité est représenté à l'aide de notre méthode graphique. Le lien entre les deux engagements signifie que la création ($y : \text{Crt}$) de l'engagement C1 par l'agent y est la cause de l'annulation ($x : \text{Cnl}$) de l'engagement C2 par l'agent x . Donc, si l'agent x constate que l'engagement C1 est créé et qu'il désire faire progresser le système en suivant le réseau d'engagements il devra tenter d'annuler l'engagement C2. En fait, il devra proposer à l'agent z de jouer le jeu *annule.EAction* car, comme on l'a vu à la section précédente, c'est ce jeu qui permet à un débiteur d'annuler un engagement en action.

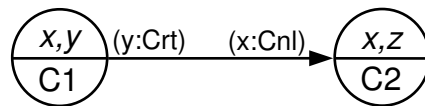


Figure 3. Lien de causalité entre deux engagements.

Nous constatons donc que l'on peut, à l'aide de cette technique, former un réseau d'engagements qui définit les liens existant entre les différents engagements pouvant exister dans un système multi-agents. Un agent désirant suivre le réseau doit donc, en fonction des modifications d'états d'engagements qu'il observe, entamer les bonnes conversations avec les bons intervenants dans le but de faire progresser le système. En fait, l'agent doit proposer l'ouverture des jeux de dialogue en fonction des modifications d'états observées et désirées.

4.2. Exemple du festival d'été de Québec

Pour bien saisir l'intérêt des réseaux d'engagements, il est important de considérer un système plus complexe que celui de l'exemple précédent. Nous nous servons

présentement des réseaux d'engagements pour modéliser la dynamique des systèmes d'informations. Dans de tels systèmes, les participants s'engagent à réaliser certaines actions, font des promesses, posent des questions, etc. . . Les participants doivent donc manipuler différents engagements pour effectuer correctement leurs tâches dans le système. L'exemple que nous allons présenter dans cet article concerne l'organisation d'un festival d'été. Nous voulons que les tâches à réaliser (invitation des artistes, réservation des chambres, . . .) pour organiser correctement le festival soient effectuées par des agents logiciels.

Le système multi-agents de l'exemple du festival d'été de Québec contient cinq types d'agents ayant chacun des tâches particulières, ces agents sont les suivants :

- Agent artiste (ar_i) : Ce type d'agent représente un artiste qui peut être invité à participer au festival.
- Agent planificateur (pl) : Ce type d'agent est responsable de l'organisation du festival. Il doit, entre autre, trouver et inviter les différents artistes. En somme, il doit s'assurer que l'organisation se déroule bien.
- Agent secrétaire (sc) : Ce type d'agent doit s'assurer que les différentes demandes des artistes sont respectées. Il doit, entre autre, réserver les chambres d'hôtel et les billets d'avion.
- Agent hôtel (ht) : Un agent de ce type représente simplement un hôtel.
- Agent agence de voyage (av) : Un agent de ce type représente simplement une agence de voyage.

Comme le système complet contient une quantité importante d'engagements nous allons considérer seulement une partie de celui-ci : l'invitation d'un artiste par le planificateur. L'invitation d'un artiste doit débiter par une entente sur la date et l'heure de la prestation de celui-ci. Ensuite, le planificateur et l'artiste doivent s'entendre sur le salaire qui sera accordé pour la prestation. Par ailleurs, le planificateur doit également demander à l'artiste s'il désire un billet d'avion et une chambre d'hôtel. À partir de cette description de l'invitation d'un artiste, il est maintenant possible de définir un réseau d'engagements.

Pour définir le réseau, nous devons tout d'abord faire ressortir de la description de l'invitation les différents engagements que les agents doivent tenter d'obtenir. En premier lieu, le planificateur doit inviter l'artiste pour tenter de l'engager à se présenter au festival. Si l'artiste accepte de venir au festival, le planificateur doit s'engager à payer l'artiste pour sa prestation. L'artiste peut également s'engager sur le fait qu'il désire une chambre d'hôtel et un billet d'avion. Nous constatons donc que l'invitation d'un artiste peut mener à la création de quatre engagements différents. Ceux-ci sont présentés dans le tableau 2.

Maintenant que les engagements ont été déterminés, il est intéressant d'étudier les liens de causalité qui existent entre eux dans le but de former un réseau d'engagements. Nous pouvons déterminer ces liens à partir de la connaissance que l'on a du système multi-agents considéré. Dans notre cas, les liens émergent de la description qui a été donnée de l'invitation d'un artiste et des engagements qui ont été déterminés. Le réseau d'engagement de l'invitation d'un artiste est présenté à la figure 4. On a

Id	Engagement	Description
C1	$C(ar_i, pl, ComeToFesti(ar_i, date, time))$	L'engagement de l'artiste envers le planner à se présenter au festival
C2	$C(pl, ar_i, PayFee(pl, ar_i, fee))$	L'engagement du planner envers l'artiste à le payer
C3	$C(ar_i, pl, WantARoom)$	L'engagement de l'artiste envers le planner sur la proposition "Want a Room"
C4	$C(ar_i, pl, WantATicket)$	L'engagement de l'artiste envers le planner sur la proposition "Want a Ticket"

Tableau 2. Engagements pouvant exister entre le planificateur et un artiste

ajouté au réseau les différents jeux qui doivent être utilisés par les agents pour tenter de faire progresser le réseau correctement. On constate donc que dès le départ, le réseau suggère à l'agent planificateur de tenter de créer l'engagement C1 qui concerne l'invitation de l'artiste. Pour créer cet engagement, l'agent planificateur se devra d'utiliser un jeu de requête car il veut créer un engagement en action dont il est le créateur. S'il réussit, le réseau se poursuit, car la création de l'engagement C1 a comme conséquence la création de l'engagement C2. Cependant, si le planificateur échoue, le réseau ne peut plus progresser car le passage de l'engagement C1 dans l'état *échec* n'a aucune conséquence lors de l'invitation d'un artiste. En fait, dans le système complet l'échec de l'invitation d'un artiste mène à une tentative d'invitation d'un autre artiste mais ce n'est pas considéré ici. Par la suite, si l'engagement C2 est créé le réseau propose au planificateur de créer les engagements C3 et C4 qui concernent la réservation d'une chambre et d'un billet d'avion. Cependant, si l'agent planificateur ne réussit pas à créer l'engagement C2 (l'engagement passe dans l'état *échec*) il doit, comme l'indique le lien qui va de C2 à C1 sur le réseau, annuler l'engagement C1. Finalement, si l'artiste décide de ne plus venir au festival ou si le planificateur ne veut plus que l'artiste s'y présente il y aura annulation ou libération de l'engagement C1 et dans ce cas le planificateur se doit d'annuler l'engagement C2 qui concerne le versement d'un montant d'argent pour la prestation de l'artiste.

Le réseau d'engagements permet donc d'identifier l'ensemble des modifications d'états des différents engagements qui ont une conséquence sur l'invitation d'un artiste. Si une modification d'état n'est pas incluse dans le réseau c'est qu'elle n'a aucune conséquence. Le comportement dialogique des agents est donc spécifié implicitement dans le réseau. Pour permettre une meilleure compréhension, les jeux de dialogue à utiliser pour faire progresser le réseau ont été spécifiés sur la figure 4, mais l'agent n'a pas besoin de cette information. En effet, comme on l'a vu à l'aide du tableau 1 de la section précédente, un agent peut facilement déterminer le jeu de dialogue à utiliser en fonction du type d'engagement et de l'état désiré pour cet engagement. Par exemple, l'agent planificateur peut facilement déterminer qu'il doit utiliser

un jeu de requête pour créer l'engagement C1 puisqu'il est le créateur de l'engagement et que c'est un engagement en action.

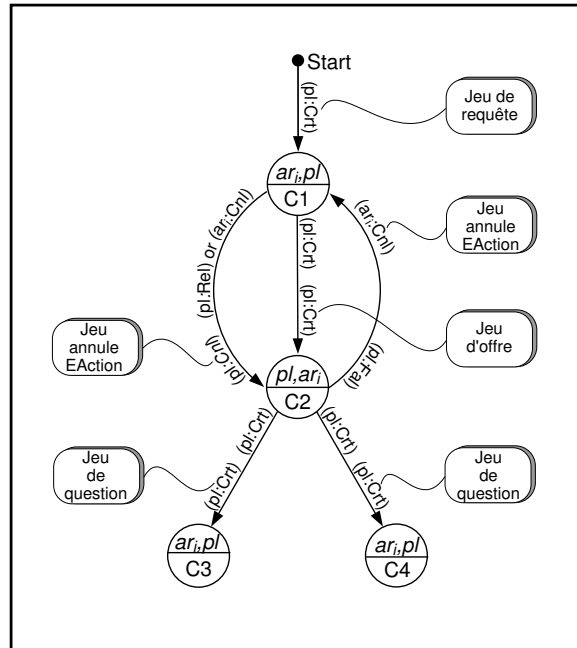


Figure 4. Réseau d'engagements de l'invitation d'un artiste

4.3. Modèle d'agent utilisant les réseaux d'engagements

Dans le but de tester les différentes possibilités d'utilisation du langage DIAGAL, un simulateur de conversation a été créé. Ce simulateur nous permet d'analyser en détail les différentes conversations qui ont lieu entre les agents d'un système. Nous avons donc créé un modèle d'agent qui permet de créer des agents qui interagissent dans le simulateur et qui utilisent les réseaux d'engagements. En fait, ces agents sont conçus de façon à pouvoir répondre à trois types d'événements différents :

- Action dialogique : Les agents doivent tout d'abord être en mesure de communiquer correctement en utilisant le langage DIAGAL. Ils doivent donc connaître les règles des différents jeux de dialogue pour pouvoir agir correctement en fonction des messages qu'ils reçoivent.

- Perception de modification d'état d'un engagement : Un agent doit être capable de répondre à une modification d'état d'un engagement s'il désire faire progresser le réseau d'engagements. C'est l'agenda de l'agent qui est responsable de la notification de la modification d'état d'un engagement. L'agent doit donc, en observant le réseau, déterminer les conséquences de la modification d'état d'un engagement.

– Intention de modification d'état d'un engagement : Lors de l'observation du réseau, un agent risque de lancer des événements d'intention de modification de l'état d'un engagement. En fait, il lance cet événement à lui-même dans le but de faire progresser le réseau. L'agent doit donc, en fonction de la modification désirée, proposer le jeu de dialogue adéquat au bon intervenant.

Ce modèle d'agent est présentement utilisé pour tester les réseaux d'engagements à l'aide de l'exemple du festival d'été de Québec. Les différents agents de l'exemple ont été implantés à partir de ce modèle et interagissent à l'intérieur du simulateur dans le but d'organiser correctement le festival. Ces agents ont été programmés à l'aide du langage de programmation orienté agent JACK et les réseaux d'engagements sont définis en XML. Le simulateur nous permet donc d'analyser en profondeur les différentes conversations entre les différents intervenants. Il nous permet également d'observer les agendas des différents agents pour savoir si l'organisation du festival progresse bien. En somme, le simulateur est un outil nous permettant de vérifier l'efficacité du réseau d'engagements et du modèle d'agent¹. Le lecteur désirant en savoir plus sur le simulateur et sur l'implémentation du langage DIAGAL peut se référer à [CHA 03].

5. Discussion

Au cours des dernières années, plusieurs chercheurs se sont intéressés aux engagements pour définir la sémantique d'un langage de communication agent. Cependant, peu de ces chercheurs ont eu recours à ces mêmes engagements pour spécifier des protocoles de communication ou pour modéliser le comportement dialogique des agents. En fait, la plupart définissent des protocoles de communication en spécifiant, à l'aide de différentes techniques, des séquences valides de messages que peuvent s'échanger les agents.

De leur côté, Yolum et Singh [YOL 01] définissent le concept de "commitment machine" qui est un formalisme permettant de spécifier et d'exécuter des protocoles de communication. En fait, ils considèrent les différents états que peut prendre un protocole et les différentes actions que les agents peuvent effectuer pour modifier l'état du protocole et faire progresser la conversation. Cependant, même si les états et les actions sont définis en terme d'engagements, Yolum et Singh se concentrent tout de même sur les états du protocole qui régissent les actions valides et non sur les états des engagements.

Fornara et Colombetti [FOR 03] proposent également une sémantique basée sur les engagements pour définir un langage de communication agent. Cependant, ils conçoivent des protocoles de communication en étudiant les séquences possibles de messages et en spécifiant ce qu'ils appellent des diagrammes d'interaction qui servent à définir les actions valides des agents lors d'une conversation.

Parmi ceux qui travaillent sur les langages de communication agent basés sur les engagements, seul Wan [WAN 03] s'est réellement intéressé à la dynamique des engagements. Cependant, il s'intéresse à la dynamique des engagements à l'intérieur d'un

1. Un vidéo du simulateur est disponible à l'adresse <http://www.damas.ift.ulaval.ca/demo>.

exemple de conversation. En fait, il détermine la dynamique des engagements en observant une séquence de messages. De notre côté, nous croyons qu'il est intéressant d'oublier cette séquence de messages pour se concentrer sur les modifications désirées de la couche sociale. Par la suite, lorsque les liens entre les différents engagements ont été correctement établis, nous pouvons retourner au niveau de la conversation et identifier les jeux de dialogue à utiliser en fonction des états des différents engagements de la couche sociale. En fait, dans notre approche, les actes du langage permettent de faire progresser les jeux de dialogue, les jeux de dialogue permettent de faire évoluer l'état des engagements, et les réseaux d'engagements permettent de faire progresser l'activité conjointe.

Finalement, nous pouvons déceler quelques similitudes entre notre approche et celle des micro-protocoles de Vitteau et Huget [VIT 03] car nous pouvons voir l'ensemble des jeux de dialogue comme des micro-protocoles et le réseau d'engagement comme une façon de les agencer. Cependant, nous ne spécifions pas les jeux de dialogue à utiliser, mais bien les engagements à modifier ce qui offre une plus grande flexibilité lors de la spécification des réseaux.

6. Conclusion

Dans cet article, nous avons commencé par présenter le langage DIAGAL qui se base sur les engagements sociaux et les jeux de dialogue. Nous avons ensuite regardé comment peuvent évoluer les différents engagements contractés dans un système multi-agents et développer une méthodologie permettant de représenter les liens qui existent entre ces engagements. À partir de ces notions, nous avons introduit les réseaux d'engagements qui permettent de spécifier implicitement le comportement dialogique des agents d'un système en fonction de l'état des engagements de celui-ci. Les réseaux d'engagements s'appliquent particulièrement bien aux agents utilisant les jeux de dialogue car les jeux ont pour but premier la manipulation des engagements. Le langage DIAGAL et notre simulateur de conversations sont donc deux excellents outils qui nous permettent de tester l'utilisation des réseaux d'engagements sur différentes applications comme celle du festival d'été de Québec présenté à la section 4. Nous pouvons donc définir différents réseaux pour différentes applications et vérifier l'efficacité de ceux-ci. Cette efficacité peut se mesurer en observant différents aspects de la communication entre agents comme :

- Le nombre d'engagements contractés, respectés et violés ;
- Le nombre d'engagements annulés et libérés ;
- Le nombre de jeux de dialogue utilisés ;

Nous pourrions donc à partir de ces métriques comparer plusieurs réseaux pour tenter de trouver le plus efficace à l'aide de simulations. Par ailleurs, l'utilisation des réseaux d'engagements permet également de tester différentes idées qui émergent autour du langage DIAGAL et des systèmes multi-agents. Par exemple, nous planifions d'étudier l'influence de la confiance entre agents sur l'efficacité des interactions dans un système multi-agent. En fait, nous voulons former un système multi-agents dans le-

quel les agents apprennent à interagir efficacement en utilisant le concept de confiance tel que présenté dans [SAN 03].

7. Bibliographie

- [CHA 02] CHAIB-DRAA B., MAUDET N., LABRIE M., « Request for Action Reconsidered as Dialogue Game based on Commitments », *Workshop on Agent Communication Language (AAMAS'02)*, 2002, p. 284–299.
- [CHA 03] CHAIB-DRAA B., MAUDET N., LABRIE M., « DIAGAL, a Tool for Analyzing and Modelling Commitment-based Dialogues between Agents », *Proceedings of Canadian AI 2003*, n° 2671 Lecture Notes in Artificial Intelligence, 2003, p. 353-369.
- [DIG 00] DIGNUM F., GREAVES M., « Issues in Agent Communication : An Introduction », DIGNUM F., GREAVES M., Eds., *Issues in Agent Communication*, LNAI, 2000, p. 1-16.
- [ELF 98] EL FALLAH SEGHRUCHNI A., HADDAD S., MAZOUZI H., « Observation répartie et analyse des interactions dans un système multi-agents », *Actes des JFIADSMA'98*, Edition Hermès. Nancy, Novembre 1998, p. 281–294.
- [ELF 99] EL FALLAH SEGHRUCHNI A., MAZOUZI H., « Une approche méthodologique pour l'ingénierie des protocoles d'interactions dans les systèmes multi-agents », *Actes des JFIADSMA'99*, Edition Hermès. Saint-Gilles La Réunion, Novembre 1999.
- [FOR 03] FORNARA N., COLOMBETTI M., « Defining interaction protocols using a commitment-based agent communication language », *Proceedings of the second international joint conference on Autonomous agents and multiagent systems*, 2003, p. 520–527.
- [MAU 01] MAUDET N., « Modéliser les conventions des interactions langagières : la contribution des jeux de dialogue », PhD thesis, Université Paul Sabatier, Toulouse, Mai 2001.
- [MCB 02] MCBURNEY P., PARSONS S., WOOLDRIDGE M., « Desiderata for agent argumentation protocols », *Proceedings of the first international joint conference on Autonomous agents and multiagent systems*, ACM Press, 2002, p. 402–409.
- [PAS 04] PASQUIER P., BERGERON M., CHAIB-DRAA B., « DIAGAL : an ACL ready for Open System », *Proceeding of the Fifth International Workshop Engineering Societies in the Agents World (ESAW)*, Lecture Notes in Artificial Intelligence, 2004.
- [SAN 03] SANSONNET J.-P., TURNER W., VALENCIA E., « Agents informationnels pour l'étude expérimentale de concepts de socio-cognition : vers une approche agent de la socio-informatique », *JFSMA'03*, Edition Hermès. Tunisie, Novembre 2003.
- [SIN 98] SINGH M. P., « Agent Communication languages : rethinking the principles », *IEEE Computer*, vol. 12, n° 31, 1998, p. 40-47.
- [SIN 00] SINGH M., « A Social Semantics for Agent Communication Languages », DIGNUM F., GREAVES M., Eds., *Issues in Agent Communication*, p. 31–45, Springer-Verlag : Heidelberg, Germany, 2000.
- [VIT 03] VITTEAU B., HUGET M.-P., « Modularity in Interaction Protocols », *Workshop on Agent Communication Language (AAMAS'03)*, 2003, p. 291–309.
- [WAN 03] WAN F., SINGH M. P., « Commitments and causality for multiagent design », *Proceedings of the second international joint conference on Autonomous agents and multiagent systems*, ACM Press, 2003, p. 749–756.
- [YOL 01] YOLUM P., SINGH M. P., « Commitment Machines », MEYER J.-J., TAMBE M., Eds., *Pre-proceedings of the Eighth International Workshop on Agent Theories, Architectures, and Languages (ATAL-2001)*, 2001, p. 245–257.