

AGENTAL « Agents et Langue », Journée ATALA, Paris, 13 mars 2004

Jeux de dialogue : formalisation, gestion, terminaison et succès.

Maxime Morge
Centre SIMMO - École Nationale Supérieure des Mines
158, cours Fauriel F-42023 Saint Etienne Cedex2
morge@emse.fr

Mots-clefs – Keywords

Modèle formel de l'interaction, langage de communication d'agents, argumentation, jeu de dialogue.
Formal framework for interaction, agent communication language, argumentation, dialogue-game.

Résumé - Abstract

Dans cet article, nous présentons un modèle formel pour les dialogues argumentatifs entre agents. La notion de jeu de dialogue est formalisée à l'aide d'un ensemble de règles de séquençage décrivant les réponses possibles à un message. Nous proposons ici un jeu de demande d'information et un jeu de persuasion. La terminaison de tels dialogues est garantie dans tout les cas de figure. A l'inverse, certaines hypothèses sur la situation informationnelle initiale des participants sont nécessaires pour garantir que les buts de ces dialogues sont atteints.

We present in this paper a formal framework for the argumentation-based dialogues between agents. We formalize the notion of dialogue-game that is composed by a set of sequence rules describing the responds that are allowed or not in a given situation. We propose a dialogue-game of information-seeking and a dialogue-game of persuasion. The termination of such dialogues are warranted whatever the initial informational situation is. By contrast, the goal of these dialogues are reached if some assumptions about the initial informational situation of participants are verified.

1 Introduction

Définir un langage de communication d'agent (ACL) permet l'interaction entre agents autonomes. Dans les systèmes ouverts, l'hétérogénéité des agents requiert l'usage d'un standard. La plupart des ACL existant se fondent sur la théorie des actes de langage (Searle, 1969). Par exemple, FIPA-ACL (Sadek et al., 1996) ou KQML (Labrou Y. et al., 1997) définissent ces actes en terme de pré/post-conditions sur les états mentaux. On peut identifier trois défauts majeurs à une telle approche. (1) Elle prend pour hypothèse que les agents peuvent être décrits en terme d'état mental. Une telle sémantique n'est pas adaptée à des agents hétérogènes. (2) La communication ne dispose pas d'une sémantique sociale pour être appréhendée d'une manière objective. (3) Cette approche considère l'action communicative comme un épiphénomène. Or la sémantique associée est si riche qu'il est impossible de générer une réponse par simple inférence d'états mentaux.

Par opposition, notre travail s'inspire de la dialectique formelle (Walton et Krabbe, 1995). Nous présentons dans cet article un modèle pour les dialogues argumentatifs entre agents. Ces derniers gèrent les dialogues à l'aide de trois composants, chacun d'eux répondant à l'un des enjeux cités précédemment. Nous formalisons la notion de jeu de dialogue dans le but de gérer le séquençage des messages sémantiquement cohérents.

Nous commençons par présenter le raisonnement argumentatif. À partir de cet arrière plan, nous construisons le modèle formel pour les dialogues et spécifions les composants utilisés dans la gestion des dialogues. La section 4 énumère les règles de séquençage des messages. Les sections 5 et 6 présentent respectivement le jeu de demande d'information et le jeu de persuasion.

2 Raisonnement argumentatif

S'appuyant sur les récents développements en argumentation (Amgoud et al., 2002), cette section définit la notion de **système d'argumentation**. Ce dernier est consisté d'un ensemble d'arguments muni d'une relation conflictuelle et d'une relation de préférence ($AS = \langle \mathcal{A}(\Sigma), \text{undercut}, \text{pref} \rangle$). Un argument est composé d'une conclusion et d'un ensemble de formules à partir desquelles elle est inférée.

Définition 1 Soit Σ , une base de connaissance éventuellement inconsistante, \mathcal{L} un langage propositionnel¹. La déduction classique est notée \vdash . Un **argument** est un couple $P = (H, h)$ où h est une formule de \mathcal{L} et H un sous-ensemble de Σ tel que: i) $H \subseteq \Sigma$ est consistant ; ii) $H \vdash h$; iii) H est minimal, i.e. il n'existe pas de sous-ensemble de H qui vérifie i et ii.

H est le **support** de A , noté $H = \text{support}(A)$. $P = (\{h\}, h)$ est appelé **argument trivial**.

L'ensemble des arguments est noté $\mathcal{A}(\Sigma)$. Parce que Σ est inconsistant, les arguments peuvent être en conflit. Un argument est sapé dans la mesure où l'un des éléments de son support est nié par un autre argument.

Définition 2 Soit $P_1 = (H_1, h_1)$ et $P_2 = (H_2, h_2)$ deux arguments de $\mathcal{A}(\Sigma)$. P_1 **sape** P_2 ssi $\exists h \in H_2$ tq $h \equiv \neg h_1$.

Afin de relativiser les préférences entre les propositions, la base est munie d'une relation de pré-ordre (relation binaire transitive et réflexive). On entend par là stratifier Σ en couches, i.e. en sous-ensembles disjoints $\Sigma_n \ll \dots \ll \Sigma_1$ tels que les propositions de Σ_i sont équi-préférables et préférées à celles de Σ_j où $i \leq j$. Le niveau de préférence d'un sous-ensemble non-vide H de Σ , $\text{level}(H)$ est l'indice de la plus haute couche à laquelle appartient l'un des éléments de H . Par conséquence, les préférences entre arguments peuvent être évaluées.

Définition 3 $P_1 = (H_1, h_1)$ est **préféré** à $P_2 = (H_2, h_2)$ (noté $P_1 \text{ pref } P_2$) ssi : $\text{level}(H_2) > \text{level}(H_1)$.

Les deux relations précédentes rendent possible la distinction d'autres relations entre arguments.

Définition 4 Soit P et Q deux arguments de $\mathcal{A}(\Sigma)$. Si P sape Q alors Q **se défend par lui-même de P** si et seulement si $Q \text{ pref } P$. Dans le cas contraire, Q ne se défend pas par lui-même. Un ensemble S d'arguments **défend** Q ssi $\forall P$ tel que P sape Q et Q ne se défend pas par lui-même de P , alors $\exists R \in S$ tel que R sape P et P ne se défend pas par lui-même de R .

¹Le langage peut être du premier ordre.

Nous pouvons alors introduire la notion d'acceptabilité.

Définition 5 Soit $AS = \langle A(\Sigma), \text{undercut}, \text{pref} \rangle$ un système d'argumentation. L'ensemble des arguments **acceptables**, noté \mathcal{S} contient l'ensemble des arguments qui ne sont pas sapés ou qui s'ils le sont se défendent par eux-mêmes.

Dans le but de synthétiser la position d'un système d'argumentation vis à vis d'une thèse \bar{p} (p ou $\neg p$), nous définissons le **statut argumentatif** pour cette thèse, comme résumé dans le tableau ci-dessous.

$\begin{array}{c} p \\ \diagdown \\ \neg p \end{array}$	si $\nexists P = (H, p) \in \Sigma$	si $\exists P = (H, p) \in \Sigma$	si $\exists P = (H, p) \in \mathcal{S}$
si $\nexists P' = (H, \neg p) \in \Sigma$	AS est ignorant de \bar{p}	AS est informé de p	AS est convaincu de p
si $\exists P' = (H, \neg p) \in \Sigma$	AS est informé de $\neg p$	AS discute \bar{p}	AS est enclin à p
si $\exists P' = (H, \neg p) \in \mathcal{S}$	AS est convaincu de $\neg p$	AS est enclin à $\neg p$	AS doute de \bar{p}

Dans cette section, nous avons défini le raisonnement argumentatif. La section suivante formalise le modèle pour les dialogues entre agents.

3 Système dialogique

Dans cette section, nous définissons la notion de système dialogique. Un tel système multi-agents contient un ensemble d'**agents dialogiques**, $A_{\mathcal{U}}$. Ils profèrent des **messages** selon des **règles dialogiques**.

Définition 6 Un **agent dialogique** est un triplet $A_i = \langle \Sigma_i^B, \cup_{j \neq i} CS_j, \ll_i \rangle$ tel que : $A_i \in A_{\mathcal{U}}$ est un identifiant ; Σ_i^B est une base de connaissance ; CS_j est un ensemble de croyance sur lequel l'agent A_j s'engage ; et \ll_i est une relation de pré-ordre sur Σ_i^B .

Puisque les jugements des agents diffèrent, ils peuvent être conflictuels. Afin de les distinguer les uns des autres, chaque agent à sa propre base de croyance, Σ_i^B et son propre pré-ordre \ll_i .

Au cours du dialogique, les agents prennent position. Le tableau d'engagement, noté CS_i , est l'ensemble des propositions sur lesquelles l'agent A_i s'engage. Initialement vides, les tableaux d'engagement conservent la trace des engagements au cours du dialogue. Les agents dialogiques profèrent les messages suivants.

Définition 7 Un **message** M_k est défini par $M_k = \langle S_k, H_k, R_k, DG_k, L_k \rangle$ où : M_k est l'identifiant unique du message au cours du dialogue entre le locuteur et l'allocutaire du message. Il pourra en être fait référence par la suite ; $S_k = \text{speaker}(M_k)$ est le locuteur du message ; $H_k = \text{hearer}(M_k)$ est l'allocutaire, l'auditeur qui reçoit et interprète le message dans le but d'y répondre ; $R_k = \text{reply}(M_k)$ est l'identifiant du message auquel celui-ci répond ($R_1 = \emptyset$) ; $DG_k = \text{dialogue-game}(M_k)$ est le jeu de dialogue utilisé pour répondre. Deux d'entre eux seront présentés par la suite (cf section 5 and 6) ; $L_k = \text{locution}(M_k)$ est la locution composée d'un performatif et d'un contenu propositionnel. Le verbe est l'un des suivants: *question, assert, unknow, accept, refuse, reject, challenge, withdraw*.

Les règles dialogiques suivantes régulent le jeu.

Définition 8 Les messages M_1 et M_{k+1} avec $k \geq 0$ sont élaborés selon quatre **règles dialogiques**. La première règle initialise les dialogues par une question sur un thème p : $\text{locution}(M_1) = \text{question}(p)$. La seconde règle permet d'éviter la redondance d'information dans les affirmations et par conséquence la présence de boucles dans un dialogue : si $\text{locution}(M_{k+1}) = \text{assert}(H)$ alors $\forall p \in H \nexists l \leq k, \text{locution}(M_l) = \text{assert}(H')$, avec $p \in H'$. La troisième règle régule le tour de parole : $\text{hearer}(M_{k+1}) = \text{speaker}(M_k)$. La dernière règle permet de conserver le même jeu de dialogue au cours du dialogue : $\text{dialogue-game}(M_{k+1}) = \text{dialogue-game}(M_k)$.

Ayant défini les trois éléments principaux de notre cadre dialogique, nous présenterons dans les sous sections suivantes les trois composants utilisés par chacun des agents pour gérer les dialogues ; chaque composant répondant à un des enjeux cités dans l'introduction.

3.1 Composant d'argumentation

Comme cela est affirmé dans (Peter McBurney, 2002; Moraitis Pavlos, 2002), le raisonnement argumentatif est suffisamment générique pour modéliser la rationalité économique ou logique des agents délibératifs. C'est la raison pour laquelle nous définissons les agents **hétérogènes** comme argumentatifs.

Puisque les agents délibèrent conjointement, ils construisent leur argumentation non seulement à partir de leur propre croyance mais également à partir des engagements de leur interlocuteur. Par conséquent, chaque agent est associé à un système d'argumentation étendu, $AS_i^* = \langle \Sigma_i, \text{undercut}, \text{pref}_i^* \rangle$ où $\Sigma_i = \Sigma_i^B \cup [\bigcup_{i \neq j} CS_j]$ est une base de croyance étendue et pref_i^* l'extension de la relation de préférence à $\mathcal{A}(\Sigma_i)$. Nous notons \mathcal{S}_i^* l'ensemble des arguments acceptables.

Le composant d'argumentation précise la condition rationnelle d'une locution, c'est à dire le statut argumentatif du locuteur conditionnant son énonciation.

Définition 9 *Un agent A_i peut **affirmer** un contenu propositionnel H si $\forall h \in H \exists P = (H_2, h) \in \mathcal{A}(\Sigma_i)$. Un agent A_i peut **accepter** H si $\forall h \in H \exists P = (H_2, h) \in \mathcal{A}(\Sigma_i)$ avec $H_2 \neq \{h\} \wedge H_2 \not\subseteq CS_j$.*

Une affirmation est distincte d'une acceptation. Les agents peuvent affirmer des propositions naïves, c'est à dire des propositions seulement supportées par un argument trivial mais ils ne peuvent pas les concéder. Dans le but de simplifier la notation des locutions, $\text{accept}(\neg p)$ est noté $\text{refuse}(p)$ et $\text{assert}(\neg p)$ est noté $\text{reject}(p)$. Les locutions restantes n'ont pas de conditions rationnelles particulières. D'autre part, les conditions rationnelles des énonciations ne sont pas nécessairement mutuellement exclusives. De telles situations d'indéterminisme rendent possible un choix. C'est la raison pour laquelle nous définissons un ensemble de stratégies argumentatives. Chacune d'elles restreint les conditions d'énonciation d'un message.

Définition 10 *Un agent **prévenant** A_i peut affirmer un contenu propositionnel H si $\forall h \in H \exists P = (H_2, h) \in \mathcal{S}_i^*$. Sinon, A_i est **confiant**. Un agent **sceptique** A_i peut accepter H si $\forall h \in H \exists P = (H_2, h) \in \mathcal{S}_i^*$ avec $H_2 \neq \{h\} \wedge H_2 \not\subseteq CS_j$. Sinon, A_i est **crédule**.*

Le sens des messages doit être défini non seulement dans une perspective privée pour qu'ils soient énoncés mais également dans une perspective publique pour qu'ils soient interprétés.

3.2 Composant social

Ce composant fournit une **sémantique sociale** aux locutions. Parce que les agents sont des entités sociales interagissantes, le sens des messages est défini par la notion d'engagement social, c'est à dire un engagement qui lie un locuteur à un allocutaire vis à vis d'un contenu propositionnel (Walton et Krabbe, 1995). Comme dans (Leila Amgoud et al., 2002), nous associons un tableau d'engagement à chacun des agents qui contient les positions prises au cours du dialogue. Les tableaux d'engagement sont mis à jour selon les règles suivantes :

Définition 11 Règles de mise à jour. *Quand l'agent A_i énonce $M_{k+1} = \langle A_i, A_j, R, DG, L_{k+1} \rangle$, où la locution est une question ($\text{question}(p)$), un aveu d'ignorance ($\text{unknow}(p)$) ou une mise en doute ($\text{challenge}(p)$), alors les auditeurs ne modifient pas le tableau d'engagement correspondant : $CS_i(M_{k+1}) = CS_i(M_k)$. Si la locution est une affirmation ($\text{assert}(H)$) ou une acceptation ($\text{accept}(H)$), alors les auditeurs modifient le tableau d'engagement correspondant : $CS_i(M_{k+1}) = CS_i(M_k) \cup H$.*

Le sens objectif notifié dans les tableaux d'engagements est pris en considération selon un principe coopératif d'adoption des arguments. Ce principe définit pref_i^* sur la base de la fiabilité estimée de l'agent de qui provient l'information. Pour des raisons de concision nous ne détaillerons pas ce principe ici, mais nous nous contenterons d'affirmer que les préférences entre arguments provenant de sources différentes, que cela soit la base de croyance ($\mathcal{A}(\Sigma_i^B)$) ou les différents tableaux d'engagement ($\mathcal{A}(CS_j), \mathcal{A}(CS_k), \dots$), peuvent toujours être évaluées.

La sous-section suivante décrit le dernier composant utilisé pour gérer les dialogues.

3.3 Composant conventionnel

Un dialogue est une séquence de messages sémantiquement cohérents. Le composant conventionnel permet de **gérer cette séquence**. À cette intention, nous définirons des règles de séquençage, des stratégies et des jeux de dialogue.

Quel que soit le jeu de dialogue, les agents jouent l'un des **rôles conventionnels** suivants : l'**initiateur** (init), c'est à dire l'agent qui débute le dialogue ou le **partenaire** (part), c'est à dire l'agent auquel il s'adresse. Les agents qui ne participent pas directement au dialogue sont des **spectateurs** du dialogue ($\text{bystander} \in A_{\mathcal{D}} - \{\text{init}, \text{part}\}$).

Afin d'être formalisé, un jeu de dialogue est composé d'un ensemble de règles de séquençage décrivant les réponses autorisées ou non. Walton et Krabbe identifient six types primaires de dialogue (Walton et Krabbe, 1995). Cette classification est fondée notamment sur le statut informationnel initial des participants et sur les buts qu'ils partagent. À partir de cette classification, nous proposons un jeu de demande d'information et un jeu de persuasion.

La section suivante énumère les règles de séquençage. Les sections 5 et 6 présentent respectivement le jeu de demande d'information et le jeu de persuasion.

4 Règle de séquençage

Les règles de séquençage spécifient les réponses autorisées ou non à un message en restreignant leur locution et leur champ de retour. Afin de démontrer la terminaison des dialogues, nous commençons par prouver que l'allocutaire d'un message est toujours en mesure d'y répondre quelle que soit la règle de séquençage en jeu.

Un dialogue débute toujours par une question (cf définition 8).

Définition 12 règle de "Question/Réponse". Suite à une question $M_k = \langle A_j, A_i, R, DG, \text{question}(p) \rangle$, l'agent A_i répond par soit une confirmation $M_{k+1} = \langle A_i, A_j, M_k, DG, \text{assert}(p) \rangle$, soit une infirmation $M_{k+1} = \langle A_i, A_j, M_k, DG, \text{assert}(\neg p) \rangle$, soit un aveu d'ignorance $M_{k+1} = \langle A_i, A_j, M_k, DG, \text{unknow}(p) \rangle$.

Les **stratégies conventionnelles** des agents permettent de sélectionner la réponse privilégiée.

Définition 13 Suite à une question, un agent qui peut répondre indifféremment par une confirmation ou par une infirmation est **positif** s'il confirme, ou **négatif** s'il infirme.

Lemme 1 Un agent peut toujours répondre par la règle de "Question/Réponse".

Preuve 1 Soit un message $M_k = \langle A_j, A_i, R, DG, \text{question}(p) \rangle$. Les conditions rationnelles d'énonciation des réponses possibles sont telles que l'allocutaire est toujours en mesure de répondre quitte à avouer son ignorance. Les stratégies argumentatives et conventionnelles de l'agent A_i permettent de résoudre l'indéterminisme. \square

Le dialogue peut se poursuivre par une affirmation.

Définition 14 règle d' "Affirmation/Accueil". Suite à une affirmation $M_k = \langle A_j, A_i, R, DG, \text{assert}(H) \rangle$, l'agent A_i peut répondre par : soit un accueil favorable $M_{k+1} = \langle A_i, A_j, M_k, DG, \text{accept}(H) \rangle$, soit un accueil défavorable $M_{k+1} = \langle A_i, A_j, M_k, DG, \text{refuse}(h) \rangle$, avec $h \in H$, soit une mise en doute $M_{k+1} = \langle A_i, A_j, M_k, DG, \text{challenge}(h) \rangle$, avec $h \in H$.

La règle de séquençage suivante est une alternative.

Définition 15 règle d' "Affirmation/Réfutation". Suite à une affirmation $M_k = \langle A_j, A_i, R, DG, \text{assert}(H) \rangle$, l'agent A_i peut répondre par : soit un accueil favorable $M_{k+1} = \langle A_i, A_j, M_k, DG, \text{accept}(H) \rangle$, soit une réfutation $M_{k+1} = \langle A_i, A_j, M_k, DG, \text{reject}(h) \rangle$, avec $h \in H$, soit une mise en doute $M_{k+1} = \langle A_i, A_j, M_k, DG, \text{challenge}(h) \rangle$, avec $h \in H$.

Trois autres stratégies conventionnelles permettent de sélectionner la réponse privilégiée.

Définition 16 Suite à une affirmation, un agent qui peut indifféremment répondre par un accueil favorable ou par un accueil défavorable (voire une réfutation) est : **optimiste** s'il l'accepte ou **pessimiste** s'il la refuse (voire la rejette). Un agent qui peut soit mettre en doute soit donner son opinion est : **argumentatif** s'il met en doute ou **ouvert d'esprit** s'il donne son opinion. Un agent met en doute ou refuse (voire rejette) la première formule qui ne peut pas être acceptée.

On peut prouver que l'allocutaire d'une affirmation est toujours en mesure d'y répondre.

Lemme 2 Un agent peut toujours répondre à une affirmation par la règle d'"Affirmation/Accueil".

Preuve 2 Soit un message $M_k = \langle A_j, A_i, R, DG, \text{assert}(H) \rangle$. Les conditions rationnelles d'énonciation des réponses possibles sont telles que l'allocutaire est toujours en mesure d'y répondre quitte à la mettre en doute. Les stratégies argumentatives et conventionnelles de l'agent A_i qui permettent notamment de sélectionner la formule à refuser ou à mettre en doute, permettent ainsi de résoudre l'indéterminisme. \square

Lemme 3 Un agent peut toujours répondre par la règle d'"Affirmation/Réfutation".

Preuve 3 Cette démonstration se distingue de la précédente par les conditions rationnelles des réponses possibles. Pour rappel, $\text{reject}(h)$ est équivalent à $\text{assert}(\neg h)$. Par conséquence, l'agent A_i doit prendre garde à respecter la règle dialogique de non redondance. Dans le respect de cette règle, A_i peut mettre en doute cette proposition. Quoi qu'il en soit, les stratégies argumentatives et conventionnelles de A_i qui permettent notamment de sélectionner la formule à rejeter ou à mettre en doute, permettent ainsi de résoudre l'indéterminisme. \square

Le dialogue peut se poursuivre par une mise en doute.

Définition 17 règle de "Mise en doute/Réponse". Suite à une mise en doute

$M_k = \langle A_j, A_i, R, DG, \text{challenge}(h) \rangle$, un agent peut répondre par : soit un argument

$M_{k+1} = \langle A_i, A_j, M_k, DG, \text{assert}(H) \rangle$, avec $P = (H, h) \in \mathcal{A}(\Sigma_i)$, soit un abandon

$M_{k+1} = \langle A_i, A_j, M_l, DG, \text{withdraw}(p) \rangle$ avec le champ de retour M_l tel que : (1) $\text{locution}(M_l) = \text{challenge}(p)$; (2) $\text{speaker}(M_l) = A_j$; (3) l est minimal tel que $\nexists m < l$ avec M_m satisfaisant 1 et 2. Un abandon fait référence à la première affirmation du locuteur.

Lemme 4 Un agent peut toujours répondre avec la règle de "Mise en doute/Réponse".

Preuve 4 Soit un message $M_k = \langle A_j, A_i, R, DG, \text{challenge}(h) \rangle$. Les conditions rationnelles d'énonciation des réponses sont telles que l'allocutaire est toujours en mesure d'y répondre quitte à la mettre en doute. Un agent répond à une mise en doute dans la mesure du possible par un argument dans le respect de sa stratégie argumentative (cf définition 10) et de la règle de non redondance (cf définition 8). \square

Les autres messages mettent fin au dialogue.

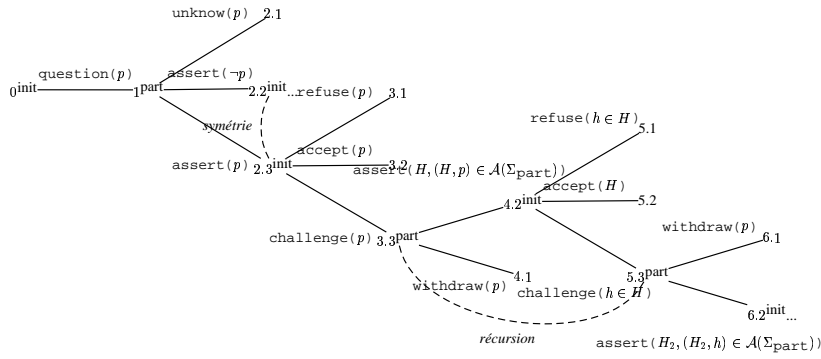
Définition 18 règle de terminaison. Les messages suivants mettent fin au dialogue : un aveu d'ignorance $M_k = \langle A_i, A_j, R, DG, \text{unknow}(p) \rangle$; un accueil favorable $M_k = \langle A_i, A_j, R, DG, \text{accept}(H) \rangle$; un accueil défavorable $M_k = \langle A_i, A_j, R, DG, \text{refuse}(h) \rangle$; un abandon $M_k = \langle A_i, A_j, R, DG, \text{withdraw}(h) \rangle$.

Chacune des sections suivantes définit un jeu de dialogue qui utilise les règles proposées ici.

5 Jeu de demande d'information

Le but d'un dialogue de demande d'information consiste à révéler la position du partenaire et à diffuser son argument. À cette intention, le jeu de dialogue correspondant utilise les règles de séquençage précédentes à l'exception de la règle d'affirmation/réfutation.

La figure suivante représente un jeu de demande d'information sous forme normale extensive où les arêtes sont associées à des coups (appelés messages) et les nœuds sont des situations de jeu, les exposants indiquent le joueur du coup suivant. Les lemmes précédents permettent de démontrer la terminaison des dialogues.



Théorème 1 *Un dialogue de demande d'information se termine toujours.*

Preuve 5 *D'après le lemme 1, le partenaire peut toujours répondre à une question, soit par un aveu d'ignorance qui met fin au dialogue; soit par une affirmation dans les situations de jeu 2.2^{init} et 2.3^{init}. Ces deux dernières situations sont équivalentes par symétrie sur le contenu propositionnel de l'assertion précédente. D'après le lemme 2, l'initiateur peut toujours répondre à une affirmation : soit par un accueil favorable ou défavorable qui met fin au dialogue, soit par une mise en doute (3.3^{part}). D'après le lemme 4, le partenaire peut toujours répondre à une mise en doute : soit par un abandon qui met fin au dialogue, soit par une affirmation (4.2^{init}). Les situations de jeu 3.3^{part} et 5.3^{part} sont équivalentes par récursion sur le contenu propositionnel de l'assertion précédente. La règle de non-redondance interdit les répétition dans les affirmations. D'autre part, Σ_{part} est finie parce que les base de croyance des participants (Σ_{part}^B and Σ_{init}^B) sont finies. Par conséquent, la récursion est finie et le dialogue est clos. \square*

On peut démontrer que les buts d'un dialogue de demande d'information sont atteints sous certaines conditions.

Théorème 2 *Soit un dialogue de demande d'information dont le thème est p et qui se déroule entre un initiateur ignorant p et un partenaire convaincu de p. Les deux buts suivants du dialogue sont atteints : (1) **révélation de position** : $\exists p \in CS_{part}$; (2) **diffusion d'argument** : $\exists P = (H, p) \in A(CS_{part})$.*

Preuve 6 *Le dialogue débute avec une question de l'initiateur. Le partenaire convaincu de p, affirme sa thèse quelles que soient ses stratégies (2.3^{init}). Encore indécis (cf définition 9), l'initiateur la met en doute (3.3^{part}). Si le partenaire a un argument non-trivial pour p, ses stratégies peuvent l'autoriser à se justifier (4.2^{init}). Dans le cas contraire, il abandonne (4.1). Quelle que soit la façon dont le dialogue se termine, le partenaire a révélé sa position ($p \in CS_{part}$) et diffusé son argument ($\exists P = (H, p) \in A(CS_{part})$) éventuellement trivial. \square*

Par construction du jeu de demande d'information, les mises en doute sont toujours émises par l'initiateur. C'est le **chALLENGEUR**. Les justifications sont toujours énoncées par le partenaire, l'**ARGUMENTATEUR**. Ce dernier a la charge de la preuve. À l'inverse, ces **rôles dialectiques** peuvent évoluer au cours d'une persuasion.

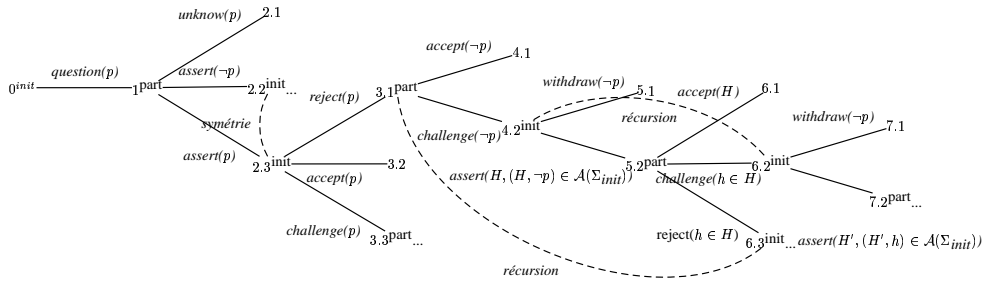
6 Jeu de persuasion

Le but d'un dialogue de persuasion consiste à révéler les positions des participants, à diffuser l'argument de l'initiateur et à résoudre verbalement le conflit. Dans ce but, le jeu de dialogue correspondant se distingue du précédent par l'usage de la règle d'affirmation/réfutation en lieu et place de la règle d'affirmation/accueil.

La figure suivante représente un jeu de persuasion sous la forme normale extensive. Contrairement à la figure précédente, la situation de jeu 3.1 n'est pas une situation de fin de jeu. L'initiateur ne peut pas affirmer son désaccord et mettre fin au dialogue. Un désaccord peut être mis en doute. Ainsi, le partenaire n'a pas à lui seul la charge de la preuve. Par construction du jeu de persuasion, les rôles dialectiques peuvent être inversés au cours du dialogue.

Comme précédemment, on pourrait démontrer qu'un dialogue de persuasion se termine toujours. De même, les buts d'un dialogue de persuasion sont atteints sous certaines conditions.

Théorème 3 *Soit un dialogue de persuasion dont le thème est p entre deux participants ayant des thèses en conflit (quitte à intervertir; l'initiateur est convaincu de $\neg p$ et le partenaire est convaincu de p). Soit un agent **témoin**, un*



agent spectateur du dialogue avec une base de croyance initialement vide. Les trois buts du dialogue sont atteints : (1) **révélation de position** : $\neg p \in CS_{init} \wedge p \in CS_{part}$; (2) **diffusion d'argument** : $\exists P = (H, \neg p) \in \mathcal{A}(CS_{init})$; (3) **résolution verbale du conflit** : le témoin est enclin à l'une des thèses des participants.

Preuve 7 La preuve de 1 et 2 est similaire à la démonstration 6. Dans la situation de jeu 5.1, le témoin possède un argument trivial pour chaque thèse. Ils se sapent. Parce que la source de ces arguments diffère, seul l'un d'eux est acceptable. Par conséquent, le témoin est enclin à l'une des thèses des participants. Dans les situations de fin de jeu 6.1 et 7.1, $P = (H, \neg p)$ est le seul argument acceptable du témoin. Ce dernier est enclin à $\neg p$. Les situations de jeu restantes sont équivalentes par récursion sur le contenu propositionnel du message précédent. Par conséquent, le témoin est enclin à l'une des thèses des participants quelle que soit la manière dont le dialogue est clos. \square

7 Conclusions et perspectives

Nous avons présenté dans cet article un modèle formel pour les dialogues argumentatifs entre agents. La notion de jeu de dialogue est formalisée à l'aide d'un ensemble de règles de séquençage décrivant les réponses possibles à un message. Nous avons proposé un jeu de demande d'information et un jeu de persuasion. La terminaison de tels dialogues est garantie dans tout les cas de figure. A l'inverse, certaines hypothèses sur la situation informationnelle initiale des participants sont nécessaires pour garantir que les buts de ces dialogues sont atteints.

Nous travaillons actuellement à l'extension du nombre de jeux de dialogue disponibles dans ce modèle. Dans cet article, le thème des dialogues est seulement discursif : les participants échange des opinions sur des propositions et non pas sur des décisions qui devront être ou non mises en œuvre. Dans le but de prendre en considération les accords pratiques, nous devons non seulement prendre en considération des engagements sur des propositions mais également sur des actions, communément appelés contrats électroniques.

Références

- J.R. Searle (1969), *Speech Acts : An Essay in the Philosophy of Language*, Cambridge University Press.
- Sadek, M.D., Breiter, P. (1996), A Rational Agent as a Kernel of a Cooperative Dialogue System : Implementing a Logical Theory of Interaction, *Proc. of ECAI 96 Workshop ATAL*, 261-276.
- Yannis Labrou, Tim Finin (1997), Semantics and Conversations for an Agent Communication Language, *Proc. of the 15th international joint conf. on Artificial Intelligence*.
- Peter McBurney (2002), Rational Interaction, *University of Liverpool*.
- Moraïtis Pavlos (2002), Decision Theoretic and Logic Based Agents for Multi-Agent System *Université Paris-Dauphine*, mémoire d'habilitation à diriger des recherches.
- Leila Amgoud et Claudette Cayrol (2002), A Reasoning Model Based on the Production of Acceptable Arguments, *Annals of Maths and AI*, Vol. 34, N. 1-3, 197-215.
- Walton, D. et Krabbe, E. (1995), *Commitment in Dialogue*, SUNY Press.
- Leila Amgoud et Nicolas Maudet et Simon Parsons (2002), An argumentation-based Semantics for Agent Communication Languages, *Proc. of the 15th European Conference on Artificial Intelligence*, 38-42.