

Engagements, intentions et jeux de dialogue

Philippe Pasquier*

pasquier@iad.ift.ulaval.ca

Brahim Chaib-draa*

chaib@iad.ift.ulaval.ca

*Laboratoire DAMAS (Dialogue, Agent et Systèmes Multi-agentS)
Département d'informatique et de génie logiciel, Université Laval
Ste-Foy, PQ, Canada

Résumé :

L'objectif de cet article est de présenter et discuter le paradigme de raisonnement qui nous semble sous-jacent (et généralement implicite) aux approches conventionnelles récemment proposées pour la communication agents. Afin de compléter ces approches d'une théorie de l'usage (pragmatique), nous indiquons, comme première étape comment un lien pourrait être établi entre les aspects publics (représentés par les engagements sociaux) et les aspects privés aux agents (essentiellement leurs états mentaux, résultant en intentions). Ce faisant, nous dégagons un schéma général pour l'utilisation automatique par les agents des jeux de dialogue du langage DIAGAL.

Mots-clés : communication agents, jeux de dialogue, intention, engagement sociaux, pragmatique

Abstract:

This article aims to present the agent reasoning paradigm which is usually implicit beyond the new social approaches for agent communication. In order to propose a pragmatic of agent communication with those approaches, we provide a link between public/social aspects and private cognitions (resulting in intentions). Finally we indicate how those links could be use to automatize DIAGAL's dialogue games use.

Keywords: Agent communication, dialogue games, intentions, commitments, pragmatic

1 Introduction

Les principaux langages de communication agent actuels, KQML [13] et FIPA-ACL [15], sont basés sur la théorie des actes de langage [24]. La sémantique des messages est formulée en terme d'états mentaux, aspects privés aux agents [14]. Le dialogue est censé émerger de l'enchaînement des productions d'actes issus des intentions de chaque agent via la reconnaissance et le raisonnement sur les intentions des autres. Cette approche, dite « mentaliste », a été critiquée [20, 27]. Elle pose, entre autres, le *problème de la vérification sémantique* et le *problème de l'hypothèse de sincérité*. Plus généralement, le point de vue mentaliste, centré sur l'agent-individu, rend difficile la définition d'une sémantique pour ce qui est commun et partagé dans un groupe d'agents. Dans ce cadre, la communication agent souffre d'un manque de sémantique formelle concise et universellement acceptée, de sorte que la communication agent

est restreinte à des domaines précis dans des environnements qui ne sont pas ouverts [12].

Un certain nombre de solutions à ces problèmes ont été récemment proposées dans lesquelles le caractère social des agents est mis de l'avant [9, 20, 27]. La notion d'engagement social a rapidement émergé comme permettant de capturer le niveau public du dialogue. De nombreux auteurs ont proposé des approches que nous diront *conventionnelles* des communications agents en introduisant une couche publique exprimée en terme d'engagements sociaux [1, 10, 16, 28]. Nous montrerons comment ces approches permettent d'améliorer la vérifiabilité (voir section 3.1), de lever l'hypothèse de sincérité (voir section 3.2) et de faciliter le traitement des aspects sociaux de la communication. L'introduction de la couche publique, composée d'engagements sociaux, nécessite de repenser une pragmatique, une théorie de l'utilisation, étendue à ce nouveau cadre interactionnel. Dans ce sens, nous montrons ici qu'un lien (voir section 4) peut être établi entre les aspects publics, sociaux, représentés par les engagements (voir section 3) et les aspects privés aux agents, c'est-à-dire leurs états mentaux résultant en intentions (voir section 2).

2 L'intention individuelle

L'intention individuelle¹ est une notion très étudiée en philosophie de l'esprit. Les travaux les plus influents en intelligence artificielle sont ceux de Searle [25] et Bratman [3]. On distingue classiquement : intentionnalité dirigée vers le futur et action intentionnelle. Ces deux notions sont liées puisque l'intention dirigée vers le futur mène généralement à la réalisation d'actions intentionnelles. C'est l'intention dirigée vers le futur qui nous intéresse ici.

Il faut se garder de confondre désir et inten-

¹Par le qualificatif « individuelle », on souhaite exclure de notre champ d'investigation les travaux sur les intentions partagées et les intentions collectives. On pense à la notion de We-intention telle que développée par Searle [26] ou par Tuomela [30].

tion. Les désirs représentent des états souhaités du monde, ils peuvent être irréalisables, inaccessibles ou bien contradictoires. La délibération est le processus qui sélectionne les désirs poursuivis sur la base des croyances de l'agent. La délibération concerne la production des buts² et a été beaucoup étudiée en intelligence artificielle.

En adjoignant les trois ingrédients que sont croyances, désirs et intention, nous nous retrouvons dans le cadre intentionnel BDI [Belief, Desire, Intention] [22] classique. Dans la délibération de sens commun (également appelée raisonnement pratique), les buts peuvent être interprétés comme des désirs « choisis » suite à une délibération. En outre, les buts doivent être consistants. Finalement, les intentions peuvent être comprises comme des engagements individuels sur des buts, pour lesquels des ressources sont allouées.

Une des caractéristiques principales de l'intention individuelle est donc qu'elle implique un type spécial d'engagement à l'action [4, 31]. C'est-à-dire que tant que l'agent a l'intention d'atteindre un certain état, il est engagé individuellement à réaliser les actions qu'il pense appropriées pour atteindre cet état. Classiquement, on distingue deux types d'intention, *l'intention de* et *l'intention que*, selon que l'argument est une (ou plusieurs) action ou une proposition [2, 17]. *L'intention que* s'applique à une proposition (éventuellement complexe) tandis que *l'intention de* est une intention de réaliser une action ou l'intention qu'une action soit réalisée (éventuellement par un autre agent ou un groupe d'agents).

3 Engagements sociaux

Conceptuellement, les engagements sociaux³ capturent les obligations que contractent les agents les uns envers les autres [6]. En effet, les engagements sociaux sont orientés et indiquent les responsabilités d'un agent envers un autre⁴ concernant une action à accomplir ou une proposition à maintenir [29]. Les engagements jouent un rôle central dans le dialogue [32].

²Les liens entre les notions de but et d'intention individuelle soulèvent de nombreux débats [18].

³La notion d'engagement social ne doit pas être confondue avec la notion d'engagement individuel évoquée dans la section précédente ni avec la notion d'engagement individuel utilisée par Cohen et Levesque [8] pour traduire la persistance liée à l'intention.

⁴Par simplification, l'engagement conjoint de plusieurs agents envers plusieurs autres n'est généralement pas considéré.

Dans la littérature, on leur attache les caractéristiques suivantes (reprises, adaptées et complétées de [19]) :

- *Les engagements sont sociaux* : ce sont des engagements vis-à-vis d'autres membres d'une communauté. La particularité principale des engagements sociaux est qu'ils doivent être socialement établis. Cela signifie qu'un agent ne peut, a priori, pas modifier seul des engagements sociaux. Les opérations sur les engagements sociaux doivent donc être réalisées conjointement pour être valides. Dès lors, un engagement social ne peut être créé que conséquemment à l'adoption d'une convention par une société d'agent ou suite à un dialogue entre agents. On nomme débiteur l'agent engagé et créancier celui envers qui l'engagement est pris.
- *Les engagements sont publics* : les engagements sont publics et accessibles à tous⁵. Pour ce faire, ils sont stockés dans une structure de données commune ou accessible à tous. Cette structure peut être centralisée ou répartie : tableau de conversation ou agendas personnels publics.
- *Les engagements sont propositionnels ou en action* : les engagements propositionnels concernent les éléments propositionnels (par exemple : je crois que p) alors que les engagements en action concernent les actions futures (par exemple : demain, je ferais α). Ces propositions ou actions peuvent être complexes ou composées.
- *Les engagements sont dialogiques ou extra-dialogiques* : parmi les engagements pris au cours du dialogue, on distingue ceux qui concernent le dialogue en cours qui sont dit « dialogiques » de ceux qui se rapportent au contexte du dialogue (la tâche sous-jacente ou le sujet de dialogue). Par exemple, dans les cadres interactionnels conventionnels, lorsqu'une question est posée, l'interlocuteur est engagé à y répondre. Cet engagement dialogique, qui vise à assurer la cohérence structurale du dialogue et qui disparaîtra lorsque le dialogue sera terminé, ne doit pas être confondu avec l'engagement extra-dialogique qui peut découler de la réponse donnée et qui sera généralement persistant au-delà du dialogue.
- *Les engagements sont explicites ou implicites* : les engagements explicites résultent d'actes de langage alors que les engagements implicites correspondent à des habitudes qui

⁵Là encore, il s'agit d'une simplification de modélisation.

sont incarnées par les règles du cadre interactionnel que les agents sont tenus de respecter ainsi que les conventions et normes en vigueur dans le système considéré.

- *Les engagements sont datés* : un engagement est pris à un moment donné et dans un contexte donné⁶. En outre, dans les engagements en action, un des paramètres de l'action doit indiquer à quel moment l'action doit être effectuée⁷.
- *Les engagements sont ordonnés* : certains engagements en action doivent être satisfaits avant d'autres. C'est un moyen classique pour structurer le tableau de conversation (ou les agendas) qui les contient que de les ordonner.

Une fois créé, un engagement peut être :

- *satisfait* : un engagement en action est satisfait lorsque l'action dont il est l'objet est exécutée. En cas de non-satisfaction d'un engagement (l'action n'a pas ou mal été effectuée ou encore a été effectuée avec retard, on dira que l'engagement n'a pas été *respecté*). Des sanctions (éventuellement vides) s'appliquent alors⁸. Ces sanctions sont attachées à l'engagement lors de sa création et ont pu faire l'objet d'une négociation entre les agents. La satisfaction d'un engagement supprime (ou décharge, selon les terminologies) l'engagement. Le problème de la satisfaction des engagements propositionnels reste ouvert. En attendant que le problème de satisfaction des engagements propositionnels évoqué ici soit résolu par une solution fondée, on peut supposer que la proposition contient l'intervalle temporel pendant lequel le débiteur est engagé. De la même manière que l'on suppose que l'action dont il est question dans un engagement en action précise l'intervalle temporel dans lequel elle doit être effectuée pour que l'engagement soit satisfait ;
- *annulé* : l'annulation supprime l'engagement. Que l'annulation provienne du créateur (on parle alors d'annulation) ou du débiteur (on dit alors que le débiteur renonce à son engagement) des sanctions (éventuellement vides) s'appliquent ;
- *délégué* : le créateur d'un engagement social peut décider de rendre un autre agent crédi-

⁶Par simplification la notion de contexte n'a pas été prise en compte dans les formalismes rencontrés.

⁷Cette indication est donnée sous la forme d'un instant ou d'un intervalle selon le type de représentation temporelle utilisée dans le système considéré.

⁸Ces sanctions peuvent être des sanctions sociales (réputation, confiance, relations sociales) ou des pénalités (sanctions financière ou punition) selon le système.

teur de celui-ci. Symétriquement, le débiteur peut avoir trouvé un autre débiteur pour un engagement précédemment contracté.

Dans les sous-sections suivantes, nous expliquons pourquoi et comment cette notion d'engagement social qui est à la base des sémantiques des cadres interactionnels conventionnels facilite le traitement des aspects sociaux de la communication entre agents. La sous-section 3.1 indique comment la vérifiabilité sémantique est améliorée et le traitement des aspects sociaux facilité. La sous-section 3.2 indique comment le problème de l'hypothèse de sincérité des approches mentalistes est résolu.

3.1 Engagements, vérifiabilité et traitements des aspects sociaux.

Les sémantiques mentaliste posent, entre autres, le *problème de la vérification sémantique des communications* : c'est-à-dire que les agents doivent pouvoir vérifier que les autres agissent bien conformément à ce que les dialogues tenus indiquent⁹. Pour que la sémantique des messages soit vérifiable, il faudrait avoir accès aux états mentaux privés des agents ce qui n'est généralement pas possible. Ce problème disparaît dans les approches conventionnelles, car grâce aux engagements sociaux publics, les agents - comme les concepteurs du système - peuvent vérifier qu'un agent agit conformément à la sémantique des conversations tenues. En effet, suite à une conversation, il n'est plus nécessaire de vérifier si les agents ont modifié leurs intentions et autres états mentaux pour tenir compte de cette conversation, il suffit de vérifier si les engagements correspondants sont présents et on pourra déterminer le moment venu s'ils ont été satisfaits ou non.

La communication entre agents cognitifs se fait par message. Pour éviter de surcharger le système, ces messages sont orientés. Ils ne sont généralement pas transmis par diffusion (broadcast). De ce fait, il est difficile de partager les informations. La couche publique contenant l'historique des engagements pris, nous semble à ce niveau un bon outil pour rendre les communications plus transparentes (lorsque cela est souhaitable) et faciliter le traitement des aspects sociaux dans les SMAs (confiance, réputation, relations sociales, . . .). Ce niveau public permet en

⁹À ne pas confondre avec la vérification sémantique informatique qui consiste à vérifier que les agents implémentent une sémantique mathématique donnée conformément à sa spécification.

particulier aux agents de s'observer les uns les autres plus aisément. Cette transparence, permise par les approches conventionnelles, nous semble essentielle dans les systèmes hétérogènes et ouverts. Par exemple, grâce à cette couche publique, un agent peut raisonner sur la fiabilité d'un autre agent en observant si ce dernier respecte ou non ses engagements.

Finalement, la couche publique permet de garder trace de l'ensemble des interactions, le traitement de la sécurité et des aspects légaux dans des SMAs ouverts et hétérogènes s'en trouve facilité. Par exemple, si des agents ont à manipuler des informations importantes (valeurs pécuniaire, ...) et dans les cas où les conséquences de leurs engagements ne sont pas bénignes, les engagements peuvent servir de traces légales. On pense au commerce électronique, où les engagements pourraient être stockés sur des supports sécurisés.

3.2 Engagements et sincérité

Un second problème majeur posé par les sémantiques mentalistes est *le problème de l'hypothèse de sincérité* nécessaire à leur définition. Cette hypothèse est jugée trop contraignante par la communauté SMA. Elle interdit notamment d'envisager correctement certains types de dialogues dans des domaines où telle hypothèse ne saurait tenir. C'est le cas, par exemple, pour les dialogues de négociation dans le commerce électronique [12]. Les engagements sociaux permettent de résoudre ce problème. En effet, les engagements sociaux ne sont pas nécessairement sincères. C'est-à-dire que l'on est capable de donner aux primitives de communication une sémantique à base d'engagements complètement indépendante des états mentaux des agents. Ainsi, avec les cadres interactionnels conventionnels, les agents peuvent être insincères. L'insincérité réside dans l'éventuelle différence entre les intentions réelles de l'agent et les engagements poursuivis (qui simulent la réalisation sociale des intentions correspondantes).

4 Lien cognitions publiques - cognitions privées et éléments de pragmatique

Parmi les approches conventionnelles, les jeux de dialogues [11, 19, 23] semblent se distinguer comme alternative entre les approches strictement « mentaliste » ou strictement « sociale »

qui ne spécifient rien de la structure des dialogues (qui devra « émerger ») et les approches par protocoles qui réduisent l'espace de recherche des continuations possibles au strict minimum, mais font perdre souplesse et adaptativité aux conversations. Les cadres interactionnels proposés par les approches conventionnelles tels que les jeux de dialogues ne fournissent cependant pas les éléments théoriques nécessaires pour leur utilisation automatique par des agents cognitifs. Puisque les agents raisonnent sur la base de leurs états mentaux privés, mais à propos d'engagements publics, il est nécessaire d'établir un lien entre ces types de cognitions. Pour ce faire, on considère qu'*un engagement en action est le pendant socialement accepté d'une « intention de »* et *un engagement propositionnel est le pendant socialement accepté d'une « intention que »*.

Dans les SMAs, la question de savoir quand l'agent doit essayer de modifier l'environnement (entre autres, la couche publique des engagements sociaux) pour satisfaire ses intentions, et quand l'agent doit modifier ses états mentaux pour être cohérent avec son environnement est cruciale. Un agent insatisfait par une situation donnée peut agir selon deux modes bien distincts. Il peut essayer de modifier son environnement pour que celui-ci corresponde à la situation attendue (c'est-à-dire faire des tentatives pour réaliser ses intentions). Il peut tout autant modifier ses états mentaux pour que ceux-ci correspondent à la situation extérieure (c'est-à-dire changer ses états mentaux et dans notre cas, renoncer à certaines intentions, quitte à en adopter d'autres).

Les engagements sociaux sont - nous l'avons vu - des cognitions particulières qui ne sont pas modifiables individuellement, mais qui doivent être socialement établies. C'est par le dialogue que les agents vont essayer de faire établir les engagements sociaux cohérents avec leurs autres cognitions, en particulier les engagements correspondant à leurs intentions. Cependant, à l'issue de ces dialogues, les engagements effectivement posés peuvent être insatisfaisant tout en n'étant plus modifiables sans écoper des sanctions qui y sont attachées (on a vu que les engagements posés font office d'obligations sociales). Pour se conformer aux engagements pris, c'est alors ses états mentaux que l'agent devra changer pour rétablir la cohérence. C'est le ressort du changement d'attitude et de l'apprentissage en psychologie sociale et cela formalise la vision (soutenue par de nombreuses

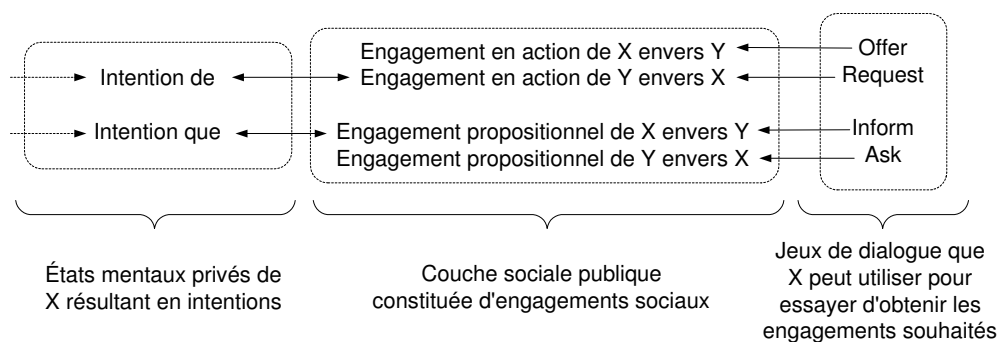


FIG. 1 – Liens entre les cognitions publiques, privées et les jeux de dialogue.

d'expériences) des psychologues Brehm et Cohen à ce sujet [5].

C'est l'objet des jeux de dialogue que de fournir des outils pour établir des engagements conjointement acceptés. Les jeux de dialogues sont des structures bilatérales pour la structuration des dialogues. Le modèle que nous avons proposé avec Maudet et Chaib-draa, DIAGAL [Dialogue Game Agent Language] [7] définit quatre jeux primitifs qui permettent chacun d'établir (en cas de succès) un engagement. Les jeux d'offre et de requête permettent respectivement d'obtenir un engagement en action de X (l'initiateur du dialogue) envers Y ou de Y envers X , tandis que les jeux d'information et de demande permettent d'établir respectivement un engagement propositionnel de X envers Y et un engagement de Y envers X . Le lien entre les cognitions publiques et privées esquissé plus haut nous permet alors d'envisager l'utilisation automatique des jeux de dialogue de DIAGAL par les agents. Pour chaque « intention de », l'agent va chercher à obtenir l'engagement en action correspondant et pour chaque « intention que », l'engagement propositionnel correspondant. Pour ce faire, il sélectionnera le jeu de dialogue de DIAGAL susceptible de déboucher sur l'engagement souhaité.

La figure 1 résume ce nouveau paradigme dans lequel les agents ne raisonnent plus uniquement sur leurs intentions et celles des autres, mais sur les engagements pris et à prendre. On y présente de gauche à droite : les intentions issues du raisonnement sur les autres cognitions (dont certaines sont privées, comme les désirs et les croyances, tandis que d'autres sont publiques, comme les engagements sociaux), les engagements correspondant à ces intentions (selon les liens établis dans cette section) et finalement les jeux de dialogue de DIAGAL qui doivent être

utilisés pour tenter de faire accepter l'engagement souhaité.

5 Conclusion

Dans cet article, nous avons présenté le nouveau paradigme de raisonnement des agents qui nous semble sous-jacent (et généralement implicite) aux approches conventionnelles récemment proposées pour la communication entre agents. En effet, ces approches, caractérisées par une meilleure prise en compte des aspects sociaux des communications, s'articulent autour de la notion d'engagement social et impliquent le changement de paradigme suivant :

Les agents cognitifs ne doivent plus simplement raisonner sur leurs intentions et celles des autres, mais sur les engagements sociaux pris et à prendre.

Tout en présentant de manière synthétique les notions d'intention et d'engagement nous avons essayé d'explicitier certains avantages (voir entre autres les sections 3.1 et 3.2) des nouveaux cadres interactionnels conventionnels.

Finalement, nous avons proposé une manière de lier ces attitudes privées et publiques et nous avons indiqué schématiquement comment était rendue possible la sélection automatique des jeux de dialogue (au moins ceux du langage DIAGAL). Dans la même optique, nous avons indiqué comment le changement d'attitude était envisagé dans ce cadre. Notons pour conclure que ce travail s'inscrit dans un effort plus général de construction d'une théorie fondée de la pragmatique des communications agents, basée sur la notion de cohérence cognitive, qui opérationnalise l'utilisation automatique du cadre conventionnel DIAGAL par des agents cognitifs [21] en spécialisant certaines des idées résumées ici.

Références

- [1] L. Amgoud, N. Maudet, and S. Parson. Modelling dialogue using argumentation. In *Proceedings of the 4th international conference on multi-agent systems (ICMAS'00)*, 2000.
- [2] J. Bell. Changing attitudes. In M. Wooldridge and N. R. Jennings, editors, *Intelligent Agents : Theories, Architectures, and Languages (LNAI Volume 890)*, pages 40–55. Springer-Verlag : Heidelberg, Germany, January 1995.
- [3] M. E. Bratman. *Intentions, Plans, and Practical Reason*. Harvard University Press : Cambridge, MA, 1987.
- [4] M. E. Bratman. What is intention ? In P. R. Cohen, J. L. Morgan, and M. E. Pollack, editors, *Intentions in Communication*, pages 15–32. The MIT Press : Cambridge, MA, 1990.
- [5] J. Brehm and A. Cohen. *Explorations in Cognitive Dissonance*. John Wiley and Sons, inc, 1962.
- [6] C. Castelfranchi. Commitments : from individual intentions to groups and organizations. In *Proceedings of the First International Conference on Multi-Agent Systems (ICMAS-95)*, pages 41–48, San Francisco, CA, June 1995.
- [7] B. Chaib-draa, N. Maudet, and M.A. Labrie. Request for action reconsidered as dialogue game based on commitments. In *Workshop on Agent Communication Language (AAMAS'02)*, 2002.
- [8] P. R. Cohen and H. J. Levesque. Intention is choice with commitment. *Artificial Intelligence*, 42 :213–261, 1990.
- [9] M. Colombetti. Different ways to have something in common. In H. Christiansen, T. Andreassen, and H. L. Larsen, editors, *Proceedings of the third international conference on flexible query answering systems*, pages 95–109. Springer, Berlin, 1998.
- [10] M. Colombetti. Commitment-based semantic for agent communication languages. In *1st Workshop on the History and Philosophy of Logic, Mathematics and Computation*, 2000.
- [11] M. Dastani, J. Hulstijn, and L.V. der Torre. Negotiation protocols and dialogue games. In *proceedings of the BNAIC*, 2000.
- [12] F. Dignum. Issues in agent communication : An introduction. In F. Dignum and M. Greaves, editors, *Issues in Agent Communication*, Lecture Notes in Artificial Intelligence, pages 1–16. Springer-Verlag : Heidelberg, Germany, 2000.
- [13] T. Finin and R. Fritzson. Specification of the KQML agent communication language plus example agent policies and architectures. Technical report, DARPA Knowledge Sharing Initiative External Interface Working Group, 1994.
- [14] T. Finin and Y. Labrou. Semantics for an ACL. In *Agents, Architecture and Languages*. Springer-Verlag : Heidelberg, Germany, Berlin, 1998.
- [15] FIPA. Fipa [fondation for intelligent physical agents]. <http://www.FIPA.org>, 2002.
- [16] R. Flores and R. Kremer. Bringing coherence to agent conversation. In M. Wooldridge, P. Ciancarini, and G. Weiss, editors, *Agent-Oriented Software Engineering II*, Lecture Notes in Computer Science, pages 50–67. Springer-Verlag, 2001.
- [17] B. J. Grosz and S. Kraus. Collaborative plans for complex group action. *Artificial Intelligence*, (86) :269–357, 1996.
- [18] J. Hobbs. *Intentions in communication*, chapter Artificial Intelligence and Collective Intentionality, pages 445–459. MIT Press, 1990.
- [19] N. Maudet. *Modéliser les Conventions des Interactions Langagières : la Contribution des Jeux de Dialogue*. PhD thesis, ENSEIHT-UPS, 2001.
- [20] B. Moulin. *Agent and Multi-agent Systems*, chapter The social dimension of interactions in multi-agent systems. LNAI 1441. Springer, Berlin, 1997.
- [21] P. Pasquier and B. Chaib-draa. The cognitive coherence approach for agent communication pragmatic. In *Proceedings of AAMAS'03*. à paraître, 2003.
- [22] A. S. Rao and M. Georgeff. BDI Agents : from theory to practice. In *Proceedings of the First International Conference on Multi-Agent Systems (ICMAS-95)*, pages 312–319, San Francisco, CA, June 1995.
- [23] C. Reed. Dialogue frames in agent communication. In *Proceedings of the Third International Conference on MultiAgent Systems (ICMAS)*, 1998.
- [24] J. R. Searle. *Speech Acts : An Essay in the Philosophy of Language*. Cambridge University Press : Cambridge, England, 1969.
- [25] J. R. Searle. *Intentionality : An Essay in the Philosophy of Mind*. Cambridge University Press : Cambridge, England, 1983.
- [26] J. R. Searle. Collective intentions and actions. In P. R. Cohen, J. Morgan, and M. E. Pollack, editors, *Intentions in Communication*, pages 401–416. The MIT Press : Cambridge, MA, 1990.
- [27] M. P. Singh. Agent communication languages : rethinking the principles. *IEEE Computer*, 12(31) :40–47, 1998.
- [28] M.P. Singh. A social semantics for agent communication languages. In Frank Dignum and Mark Greaves, editors, *Issues in Agent Communication*, pages 31–45. Springer-Verlag : Heidelberg, Germany, 2000.
- [29] M.P. Singh, S. Rao, and M.P. Georgeff. *Multiagent Systems : A Modern Approach to Distributed Artificial Intelligence*, chapter Formal Methods in DAI : Logic-Based Representation and Reasoning, pages 331–376. The MIT Press, Cambridge, MA, 1999.
- [30] R. Tuomela and K. Miller. We-intentions. *Philosophical Studies*, 53 :367–389, 1988.
- [31] G.H. von Wright. *Freedom and determination*. North Holland Publishing Co., 1980.
- [32] D. Walton and E. Krabbe. *Commitment in Dialogue*. Suny Press, 1995.