Pragmatique des communications agent : approche par la cohérence cognitive

Philippe Pasquier, Brahim Chaib-draa

Département Informatique-Génie Logiciel, Université Laval
Sainte-Foy G1K 7P4 - Canada (Québec)

http ://DAMAS.ift.ulaval.ca
courriels : pasquier@iad.ift.ulaval.ca, chaib@iad.ift.ulaval.ca

RÉSUMÉ. *Les cadres interactionnels actuels pour les communications agent (protocoles, stratégies de conversation, jeux de dialogue…) garantissent la cohérence structurelle des conversations tenues. Pourtant, ce n'est pas tant l'habilité des agents à structurer leurs conversations qui nous intéresse que leurs aptitudes à tenir des conversations utiles quant à leurs objectifs individuels et collectifs. Nous introduisons une théorie cognitive de l'utilisation de ces cadres interactionnels basée sur la notion de cohérence cognitive et fondée sur la psychologie sociale. Sous les hypothèses de cette théorie, nous définissons une métrique de l'utilité des conversations. Nous montrons comment une telle théorie motivationnelle permet de répondre à certaines des problématiques habituelles des communications agent. Finalement, nous illustrons notre théorie avec un exemple d'utilisation automatique des jeux de dialogue du langage DIAGAL.*

ABSTRACT. *Different approaches have investigated the syntax and semantic of agent communication. However, all these approaches (including : agent communication languages, conversation policies and dialogue games) have not indicated how agents should dynamically use communications. In fact, most of these approaches have mainly focused on "structure" of dialogues although developers are more interested in agents' capabilities of having "useful" conversations in respect to their goals rather than in their abilities of structuring dialogues. This leads us to propose a theory of use of conversations between agents. This pragmatic theory extends and adapts the cognitive dissonance theory (a major theory of social psychology) to multi-agent systems. In this paper, we show how this theory allows us to provide generic conceptual tools for the automation of both agent communicational behavior and attitude change processes. The cognitive coherence that we propose is formulated in terms of constraints and elements of cognition and allows us to define cognitive incoherences and dialogue utility measures. Finally, the theory is illustrated with an example of dialogue games automatic use.*

MOTS-CLÉS : *communication entre agents, dissonance cognitive, cohérence, dialogue*

KEYWORDS: *agent communication, cognitive dissonance, consistency, dialogue*

1. Introduction

Les technologies agents et multi-agents permettent de concevoir et de développer des applications complexes. La caractéristique fondamentale de ces systèmes dans le paradigme actuel de l'informatique répartie est l'habileté des agents à communiquer entre eux de manière utile à leurs objectifs tant individuels que collectifs. Si de nombreux travaux se sont préoccupés de définir des langages de communication agents (notés ACL pour Agent Communication Language dans la suite), peu se sont concentrés sur l'utilisation dynamique des ACLs par les agents. Cette dernière tâche est laissée aux concepteurs du système, qui spécifie manuellement le comportement conversationnel de l'agent, généralement à l'aide de règles. Nous introduisons ici la problématique de l'automatisation du comportement communicationnel des agents.

Souhaitant contribuer à cette problématique, (détaillée en section 2), nous présentons une approche de la pragmatique des communications agents par la cohérence cognitive. Un cadre théorique fondé sur une des principales théories motivationnelles en psychologie cognitive, la théorie de la dissonance cognitive, est présenté (voir section 3). Suite à cela, nous indiquons comment cette approche fournit des pistes de réponses génériques pour automatiser les conversations dans les systèmes multi-agents (section 4). Finalement, un exemple d'utilisation automatique de jeux de dialogue illustre la théorie (voir section 6).

2. Motivations

2.1. *Cohérence structurelle et cohérence cognitive*

Dans les théories de la communication, on distingue *les théories cognitives* des *théories interactionnelles* [LIT 92]. Les théories interactionnelles s'articulent autour de la notion de *cohérence structurelle* (souvent nommée cohérence conversationnelle) et traitent de la forme de la communication [CRA 83] : quelles sont les régularités structurelles des conversations ou quelles sont les contraintes conventionnelles qui pèsent sur la forme du dialogue, sur les enchaînements conversationnels permis ? . . .

Les théories cognitives s'intéressent à la production des messages (quoi communiquer, quand le communiquer et à qui le communiquer) ainsi qu'à la perception et la réception des messages (quoi comprendre, comment le comprendre, et comment réagir). Elles s'articulent autour de la notion de *cohérence cognitive* et adressent l'aspect fonctionnel de la communication au niveau interne et externe. Quels sont les éléments qui poussent un agent à initier tel type de dialogue plutôt que tel autre ? Comment un agent réagit à un énoncé au niveau interne et en terme de mise à jour de ses croyances ? Au niveau externe, public (vis-à-vis de son environnement), quels sont les engagements que l'agent veut obtenir ? Pourquoi ? Quelle est l'utilité de la conversation, quelle est son importance ? L'agent et plus généralement le groupe d'agents conversant est-il satisfait par la conversation ?

Si dans les deux approches, la cohérence est une notion centrale, il faut se garder de confondre la cohérence structurelle du dialogue - est-ce qu'il est permis de poursuivre le dialogue de cette façon ? - de sa cohérence cognitive. Est-ce que le contenu du message est approprié à la vue des messages précédents et des états mentaux de l'agent ? Est-ce que le contenu du message est cohérent avec l'état interne de l'agent ? Est-ce que les agents ont tenu des propos pertinents quant à leurs objectifs ? Est-ce que la conversation leur est profitable ? Il y a bien une différence entre la satisfaction des conventions qui pèsent sur le dialogue (par exemple, satisfaire un jeu de dialogue en en respectant les règles) et la satisfaction des agents. Évidemment, ces deux dimensions de la cohérence sont souvent liées et travailler sur une théorie cognitive ne signifie pas nier le besoin d'une théorie interactionnelle. En effet, lorsque l'on a déterminé de quoi dialoguer, quand et avec qui, reste à savoir comment la conversation peut avoir lieu. Par contre, cela permet de dépasser ce niveau et les idées avancées dans les sections suivantes sont valables pour tout cadre de communication suffisamment riche aux niveaux interactionnel et conventionnel.

2.2. *Les cadres interactionnels dans les SMAs*

Pour ce qui est des communications, la communauté SMA[Systèmes Multi-Agents] se concentre depuis quelques années sur l'élaboration d'un cadre interactionnel standard. Les principaux langages de communication agent actuels, KQML [FIN 94] et FIPA-ACL [FIP 02], sont basés sur la théorie des actes de langage [SEA 69]. La sémantique des messages est formulée en terme d'états mentaux, aspects privés aux agents [FIN 98]. 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 [MOU 97, SIN 98]. Elle pose le *problème de la vérification sémantique* : c'est-à-dire que les agents doivent pouvoir vérifier que les autres agissent bien conformément à ce que les dialogues tenus indiquent[1]. 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. Un second problème majeur posé par cette formulation est *le problème de l'hypothèse de sincérité*. Cette hypothèse, nécessaire à la définition des sémantiques mentalistes des locutions d'un ACL, est jugée trop contraignante par la communauté SMA. Elle interdit notamment d'envisager correctement certains types de dialogues dans des domaines où une telle hypothèse ne saurait tenir, comme c'est le cas par exemple pour les dialogues de négociation dans le commerce électronique [DIG 00].

Plus récemment, de nombreux auteurs ont proposé des approches sociales des communications agents introduisant une couche conventionnelle exprimée en termes d'engagements sociaux [SIN 00, COL 00, FLO 01, AMG 00]. Ces approches per-

1. À ne pas confondre avec la vérification sémantique informatique qui consiste à vérifier que les agents implémentent la sémantique mathématique donnée au cadre interactionnel conformément à sa spécification.

mettent de résoudre les problèmes de vérifiabilité[2], de lever l'hypothèse de sincérité[3] et de faciliter le traitement des aspects sociaux de la communication. Parmi ces approches que nous qualifierons de conventionnelles, les jeux de dialogue [REE 98, DAS 00, MAU 01] semblent émerger comme alternative entre les approches strictement « mentalistes » ou strictement « sociales » 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. C'est pourquoi, ce sont ces jeux de dialogue que nous retiendrons comme cadre interactionnel. Venons en maintenant à la problématique.

2.3. *problématique et objectifs*

Les cadres interactionnels proposés par les approches conventionnelles tels que les jeux de dialogues ne fournissent pas les éléments nécessaires à leur utilisation automatique par des agents cognitifs. L'introduction de la couche publique définie par les engagements nécessite de repenser une pragmatique, une théorie de l'utilisation, étendue à ces nouveaux cadres. En effet, l'agent ne doit plus raisonner directement sur les intentions (communicationnelles ou pas) des autres, mais sur les engagements pris et à prendre. Ces engagements sont autant les engagements posés par l'agent lui-même ou par les autres agents et issus de conversations (négociations...) que ceux que les contraintes du cadre interactionnel ou du système imposent. En outre, les cadres interactionnels conventionnels ne fournissent aucune garantie quant à l'utilité des conversations tenues. Pourtant, ce n'est - en définitive - pas l'habileté des agents à structurer leurs dialogues qui nous intéresse mais leur habileté à communiquer de manière utile à leurs objectifs individuels et collectifs.

L'objectif double est donc (1) de compléter l'approche par les jeux de dialogues en définissant une théorie cognitive appropriée au traitement de la couche publique tout en (2) introduisant une métrique pour permettre aux agents de juger de l'utilité des conversations tenues autant que pour les guider dans le choix des conversations à tenir. Les sections suivantes présentent nos apports quant à ces deux objectifs.

3. Généralités sur les théories de la cohérence

Dans les sciences cognitives, les cognitions regroupent tous les éléments cognitifs : les perceptions, les attitudes propositionnelles telles que les croyances, les désirs

2. Pour vérifier, par exemple, qu'un agent va agir conformément à ce qu'il dit, il n'est plus nécessaire de vérifier si il a adopté les intentions correspondantes, il suffit de vérifier si les engagements correspondants sont présents. Par exemple, à la suite d'une persuasion qui a réussi, les agents ne peuvent vérifier si l'agent persuadé à changé ses états mentaux, par contre, il peuvent vérifier que l'engagement propositionnel correspondant est établi.
3. les engagements ne sont pas nécessairement sincères.

et les intentions (composante cognitive), les émotions (composante affective), les engagements sociaux (composante sociale). De l'ensemble des cognitions résultent les attitudes qui sont des dispositions psychologiques positives ou négatives en rapport à un objet concret, abstrait ou à un comportement. Toutes les théories des attitudes, également appelées théories de la cohérence cognitive font appel au concept d'homéostasie, c'est-à-dire à la faculté qu'ont les êtres vivants de maintenir ou de rétablir certaines constantes physiologiques ou psychologiques qu'elles que soient les variations du milieu extérieur. Ces théories partagent en prémisse le *principe de cohérence* qui pose la cohérence comme mécanisme organisateur premier : l'individu est plus satisfait avec la cohérence qu'avec l'incohérence. L'individu forme un système ouvert dont le but est de maintenir la cohérence autant que possible (on parle aussi de balance ou d'équilibre). Les changements d'attitude résultent de ce principe dans les cas d'incohérence.

La théorie de la dissonance cognitive, initialement présentée en 1957 par Festinger [FES 57] est l'une des plus importantes théories de psychologie sociale. Elle a généré des centaines d'études et d'extrapolations sur les attitudes, les comportements et les croyances humaines, l'internalisation (sic) des valeurs, les conséquences des prises de décisions, les désaccords inter-personnels et autres phénomènes psychologiques importants [HAR 99]. Ceci s'explique en partie par la formulation très générale et abstraite de cette théorie qui la rend facile à manipuler. Dans les théories de la communication [LIT 92] la dissonance cognitive apparaît comme l'une des principales théories cognitives pour la réception et le traitement des messages. De nombreuses formalisations et modèles de la dissonance cognitive ont été produites [SHU 99, SAK 01], nous en proposons une adaptée à l'IA et aux SMA.

Nous présentons notre théorie de la cohérence cognitive issue de l'unification de la théorie de la dissonance cognitive avec la théorie de la cohérence du philosophe computationnel Thagard [THA 98]. Cette dernière nous permet, entre autres, de formuler la théorie de la dissonance cognitive en termes d'éléments et de contraintes, notions familières en informatique. Dans notre théorie, *les éléments* sont les cognitions privées et publiques des agents : croyances, désirs, intentions, engagements, obligations. Les éléments sont partitionnés en deux ensembles : l'ensemble A des éléments acceptés (qui sont interprétés comme crus vrais, activés ou valides selon le type des éléments) et l'ensemble R des éléments rejetés (qui sont interprétés comme crus faux, non activés ou non valides selon le type des éléments). Tous les éléments qui ne sont pas explicitement acceptés sont rejetés. *Les contraintes* binaires sur ces éléments sont induites des relations qui existent entre ces éléments dans le modèle cognitif de l'agent :

– *les contraintes positives* : ces contraintes sont induites des relations positives que sont : les relations d'explication, les relations de déduction, les relations de facilitation et toutes les associations et corrélations jugées positives.

– *les contraintes négatives* : ces contraintes sont induites des relations négatives : d'exclusion mutuelle, d'incompatibilité, d'inconsistance et de toutes les relations ou corrélations jugées négatives.

À chacune de ces contraintes est attribué un poids, sous la forme d'un réel compris entre 0 et 1 reflétant le degré de validité et l'importance de la relation sous-jacente. Ces contraintes peuvent être satisfaites ou non : une contrainte positive est satisfaite, si et seulement si, les deux éléments qu'elle lie sont soit tous les deux acceptés soit tous les deux rejetés. À l'inverse, une contrainte négative est satisfaite, si et seulement si, un des deux éléments qu'elle lie est accepté et l'autre rejeté. Ainsi, deux éléments sont dits *cohérents* s'ils sont liés par une relation à laquelle correspond une contrainte satisfaite. Et inversement, deux éléments sont dits *incohérents*, si et seulement si, ils sont liés par une relation à laquelle correspond une contrainte non satisfaite.

Étant donné une partition des éléments entre A et R, on peut mesurer le *degré de cohérence* d'un ensemble non vide d'éléments (éventuellement constitué d'un unique élément) en calculant la somme des poids des contraintes afférentes[4] à celui-ci qui sont satisfaites, divisée par le nombre des contraintes afférentes. Et symétriquement, on peut mesurer le *degré d'incohérence* d'un ensemble non vide d'éléments comme la somme des poids des contraintes afférentes non satisfaites divisée par le nombre total de contraintes afférentes. Ces degrés de cohérence sont maximaux si aucune partition des éléments entre A et R n'offre un degré de cohérence supérieur pour l'ensemble considéré[5]. Dans ce formalisme, maximiser la cohérence revient à minimiser l'incohérence.

On intègre la théorie de la dissonance cognitive à notre théorie de la cohérence cognitive en associant les relations de dissonance et de consonance initialement considérées par Festinger avec les contraintes satisfaites et non satisfaites respectivement. Dans ce cadre, l'hypothèse de base de la théorie de la dissonance cognitive est que l'incohérence (ce que Festinger nomme la dissonance) produit chez le sujet une tension qui l'incite au changement. L'existence d'une incohérence plonge le sujet dans un état inconfortable de sorte que cela le *motive* à réduire cette incohérence. Plus l'incohérence est intense, plus ce « malaise » psychologique est fort et plus la motivation pour la réduire l'est aussi. L'incohérence d'une cognition peut être réduite en : (1) supprimant ou réduisant l'importance des cognitions incohérentes, (2) ajoutant ou augmentant l'importance des cognitions cohérentes.

La seconde hypothèse de Festinger est qu'en cas d'incohérence, l'individu ne va pas seulement changer ses cognitions ou essayer de changer celles des autres pour essayer de la réduire, il va aussi éviter toutes les situations qui risquent de l'accroître. Ces deux hypothèses ont été vérifiées par de nombreuses expériences de psychologie cognitive [WIC 76].

Un des intérêts majeurs de la théorie de la dissonance cognitive capturé par notre formulation est de fournir une mesure de l'incohérence (la dissonance), c'est-à-dire

4. Les contraintes afférentes à un ensemble d'éléments sont les contraintes dont au moins un pôle est un élément de l'ensemble considéré.
5. Notons que le problème de trouver une partition des éléments de cognition entre A et R qui maximise la cohérence globale a été prouvé NP-complet [THA 98].

une métrique de la cohérence cognitive. Ces mesures correspondent précisément aux mesures d'incohérence définies précédemment.

On peut se demander dans quelles circonstances l'incohérence survient. En fait, il y a différentes situations dans lesquelles l'incohérence (la dissonance) est pratiquement inévitable :

1) *contact direct initial avec une situation* : une situation entièrement nouvelle est susceptible d'introduire un certain nombre de nouveaux éléments de cognition incohérents avec ceux qui pré-existent ;

2) *un changement dans la situation* : de la même façon, un changement dans la situation peut amener des items de cognition jusqu'alors cohérents à devenir incohérent ;

3) *communication* : la communication avec les autres est susceptible d'introduire de nouveaux items qui sont incohérents avec ceux de l'agent ;

4) *existence simultanée de différentes cognitions dont certaines sont cohérentes et d'autres incohérentes* : dans le cas général, une cognition est liée à plusieurs autres dont certaines sont cohérentes et d'autres dissonantes.

3.1. *Incohérence, influence sociale et changement d'attitude*

Dans les SMA, 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. Dans notre modèle, l'agent cherche à maximiser sa cohérence, c'est-à-dire qu'il cherche à réduire ses incohérences en commençant par les plus intenses. Pour réduire les incohérences, l'agent doit accepter ou rejeter certaines cognitions de sorte à satisfaire au mieux les contraintes qui les lient. Ces cognitions peuvent être privées ou publiques. Mais toutes les cognitions ne sont pas également modifiables, c'est ce que Festinger nomme la *résistance au changement* d'une cognition. La résistance au changement d'une cognition est fonction du nombre et de l'importance des éléments avec lesquels elle est cohérente, de son ancienneté ainsi que de la manière dont elle a été acquise : perception, cognition, communication. Pour pouvoir intégrer la communication dans notre modèle, il faut maintenant introduire le lien fondamental qui existe entre notre formulation de la théorie de la dissonance cognitive et la notion d'engagement.

Les engagements sociaux sont des cognitions particulières qui ne sont pas modifiables individuellement, mais doivent être socialement établis (c'est l'objet des jeux de dialogues que de fournir des outils pour établir des engagements conjointement acceptés). C'est-à-dire que pour modifier, faire abandonner ou faire accepter un nouvel engagement (afin de réduire une incohérence) un agent doit dialoguer. C'est par le dialogue que les agents vont essayer de faire établir les engagements sociaux cohérents avec leurs autres cognitions. Cependant, à l'issue de ces dialogues, certains engagements peuvent rester incohérents tout en n'étant plus modifiables. Ce sont alors des obligations sociales et cela fixe un des pôles des contraintes qui y sont liées. Pour réduire d'éventuelles incohérences tout en se conformant aux engagements pris, ce sont alors ses états mentaux que l'agent devra changer pour rétablir la cohérence. C'est le ressort du changement d'attitude dans notre système et cela formalise la vision des psychologues Brehm et Cohen à ce sujet [BRE 62], soutenue par des myriades d'expériences. Un exemple de ce mécanisme de changement d'attitude est fourni à la section 6.

4. Extension à la communication agent

4.1. *typologie des incohérences*

Cette section propose une typologie des incohérences qui a pour but d'introduire un vocabulaire simple mais utile pour traiter des problèmes de cohérence. L'incohérence (et la dissonance) étant conceptuellement très proche de la notion de conflit, la typologie suivante est empruntée aux travaux sur les conflits [PAS 00].

– *incohérence interne et externe* : une incohérence est *interne* quand toutes les cognitions impliquées sont relatives à un même agent et *externe* quand les cognitions incohérentes impliquent au moins deux agents. Plus concrètement, une incohérence est externe pour un agent si c'est une incohérence entre des éléments de cognition qui lui sont privés et des éléments de cognition d'autres agents ou des cognitions publiques sociales. Lorsque plusieurs agents subissent la même incohérence interne, celle-ci est dite *partagée*.

– *incohérence explicite et implicite* : nous définissons *explicite* par le fait d'être dans « l'état d'avoir connaissance de », et *implicite* par celui d'être dans « l'état de ne pas avoir connaissance de ». On peut avoir connaissance de quelque chose sans être dans « l'état d'avoir connaissance ». C'est le cas de l'oubli par exemple (on a la connaissance que pour conduire la nuit, il faut allumer les phares, mais il peut arriver que l'on oublie). Une incohérence est explicite pour un agent si toutes les cognitions qui y participent sont explicites pour l'agent. Une incohérence est implicite pour un agent si au moins une des cognitions de cette incohérence est implicite pour l'agent considéré.

Il est à noter qu'une incohérence implicite est une incohérence explicite potentielle. Notons également que dans un cadre multi-agent l'incohérence interne sera sans doute toujours explicite. La figure 1 de la section 4.3 détaille cette typologie.

4.2. *Lien cohérence - initiative, sujet et pertinence*

Un problème particulièrement délicat est celui de l'ouverture du dialogue. Quand un agent est-il sensé prendre l'initiative d'un dialogue et pourquoi ? La réponse fournie par le cadre de cohérence est qu'un agent prend l'initiative s'il a une incohérence à réduire et il ne peut la réduire seul. Soit parce qu'il sait que c'est une incohérence externe qui implique d'autres agents, soit parce qu'il s'agit d'une incohérence interne et qu'il n'a pas les capacités de la résoudre seul, il doit alors compter sur la coopération des autres agents. On peut régler le seuil de l'intensité de l'incohérence à partir duquel un agent prend l'initiative du dialogue, cela définit une partie de son caractère. C'est une balance à régler de la même façon que celle des priorités entre attitudes propositionnelles qui définissent le caractère d'un agent, comme dans l'extension du cadre BDI, BOID [BRO 01]. Cette incohérence qui initie le dialogue en donne également le sujet.

Avec la théorie de la pertinence, Sperber et Wilson [SPE 86] avançaient l'idée que le locuteur choisit ce qu'il va dire en évaluant dynamiquement la pertinence de ses idées. Cette pertinence varie pour chaque élément de cognition au cours de la conversation. Le locuteur ne s'engage dans un acte de langage que lorsque la pertinence en est maximale. Avec notre approche, un agent qui prend l'initiative va s'attaquer à l'incohérence qui a la plus grande magnitude, car c'est ce qui est cognitivement pertinent pour lui. La section suivante indique comment le cadre de cohérence permet à l'agent de choisir quel type de dialogue engager.

4.3. *Lien avec les types de dialogues*

Dans cette section, nous analysons comment les types de dialogues observés en dialectique peuvent être liés à la cohérence cognitive. Un certain nombre d'articles récents utilisent pour les dialogues la typologie de Walton et Krabbe [WAL 95]. Ils y distinguent six types de dialogues définis par leur but premier (auquel les interlocuteurs souscrivent) et les buts/intentions propres à chacun (qui peuvent être incompatibles, c'est-à-dire incohérents).

1) ***la persuasion*** : la situation initiale est une incohérence externe de point de vue et le but global est de la résoudre. Chaque participant essaye de ne pas changer ses croyances (c'est la résistance au changement) et de faire changer celles des autres. Pour ce faire, les agents ont typiquement recourt à l'argumentation [KEE 91]. Il s'agit donc d'une technique de réduction d'incohérence externe.

2) ***la négociation*** : à partir d'un conflit d'intérêts (un type d'incohérence externe), le but global est de conclure un contrat, d'arriver à un accord. Chaque agent a son propre but et veut maximiser son profit, ses intérêts. La résolution du conflit se fait habituellement par un échange d'offres et de contre offres. Il est fréquent que des dialogues de persuasion soient imbriqués dans une négociation, les offres étant ainsi argumenté. C'est une technique de réduction d'incohérence externe.

3) ***l'investigation*** : les participants de ce type de dialogues sont dans une situation d'incohérence interne partagée (ils souffrent tous d'une incohérence interne qui a été reconnue comme commune). Le but commun coïncide avec les buts individuels. Il s'agit de prouver un fait pour renforcer la cohérence. C'est une réduction d'incohérence interne partagée (c'est-à-dire que les agents impliqués dans le dialogue ont reconnu qu'ils ont la même incohérence à résoudre et ils s'entraident)

4) ***la délibération*** : Chaque agent a ses préférences (les préférences des uns et des autres doivent avoir été reconnues différentes pour qu'il y ait délibération) et tous

doivent choisir parmi les offres de chacun. Les participants ont pour but commun de prendre une décision (choisir un plan, une action). Leur but individuel est d'influencer la décision dans leur intérêt ou dans ce qu'ils considèrent être l'intérêt commun (afin d'accroître leur cohérence). C'est une technique de réduction d'incohérence externe explicite.

5) ***la recherche d'informations*** : C'est le seul type de dialogue qui est toujours asymétrique. Un agent cherche à obtenir de l'information des autres. Il s'agit d'une technique de réduction d'incohérence interne. Dans ce type de dialogue, seul l'agent demandeur d'information est dans un état d'incohérence. La réduction est asymétrique, mais pour la faciliter, il est fréquent que le demandeur explicite son incohérence aux autres agents (en indiquant pourquoi il cherche de l'information, c'est-à-dire en explicitant son incohérence). Cette technique de réduction peut prendre la forme d'un dialogue, mais peut aussi prendre la forme d'autres actions (par exemple : lire un livre de référence, chercher sur internet. . .) pour autant que l'incohérence soit réduite.

6) ***la dispute*** : On part d'une situation initiale conflictuelle et incohérente. Contrairement aux autres types de dialogues, la dispute n'est pas rationnelle, elle fait généralement plus appel aux sentiments, émotions et pulsions qu'à la raison et à la cohérence. C'est pourquoi nous ne la détaillerons pas ici.

Comme on peut le constater, tous les dialogues naissent d'une situation d'incohérence. Notons que la réciproque n'est pas vraie, c.-à-d. toutes les incohérences ne sont pas traitées par le dialogue. Notre conjecture est donc que deux agents communiquent si une incohérence les y contraint. Dès lors, la conversation est vue, en outre de ses caractéristiques déjà connues, comme une procédure générique d'explicitation et de tentative de réduction d'incohérence. De par la proximité conceptuelle entre les notions de dissonance, d'incohérence et celle de conflit, cette conjecture est proche de la position classique de la dialectique : tout dialogue naît d'un conflit [HAM 70]. Depuis quelques années, plusieurs auteurs insistent de nouveau sur le rôle des conflits dans le processus conversationnel :

– pour Walton et Krabbe [WAL 95], la question « Y a-t-il un conflit ? » est à la base de l'analyse des situations initiales du dialogue ;

– pour Reeds et Long [REE 97],« nombre de dialogues ont pour situation initiale un conflit » ;

– pour Dessalles [DES 98], « un grand nombre de dialogues trouvent leurs origines dans les conflits cognitifs entre désirs et/ou croyances » ;

– pour Baker [BAK 91], « les dialogues résultent d'une opposition entre des buts conflictuels ».

Finalement, la figure 1 résume les différents types d'incohérence ainsi que les types de dialogue qu'elles peuvent engendrer dans le cas général. L'exemple présenté à la section 6 présente le cas de ce choix dans le cadre plus spécifique des jeux de dialogue tels que définis par Maudet et Chaib-draa [CHA 02].

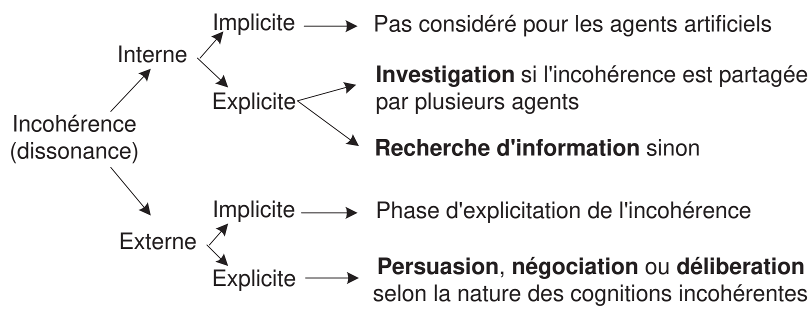

Figure 1. *Typologie des incohérences cognitives et lien avec les types de dialogue.*

5. Lien cohérence - utilité et dynamique du dialogue

5.1. *Utilité des dialogues*

Dans la théorie de la décision (reprise comme base des théories micro-économiques), la notion d'utilité est une propriété attachée à certaines fonctions de valuations (fonction qui attribue des valeurs à ses arguments). Une fonction de valuation est une fonction d'utilité dans un système donné si lorsqu'un élément α est préféré à un élément β, la valeur attribuée par la fonction pour α est supérieure à celle attribuée pour β. Or selon le principe de cohérence, les agents (sans discrimination aucune) préfèrent la cohérence à l'incohérence. Dans ce cadre, les fonctions de mesure des degrés de cohérence sont des fonctions d'utilité. En comparant ces mesures, on peut déterminer les gains ou les pertes d'utilité, réels ou attendus, pour certains choix ou certaines actions.

Dans le cadre de cohérence défini ci-dessus, les agents peuvent calculer l'*espérance d'utilité* des dialogues qu'ils envisagent. Cette espérance d'utilité est égale à la différence entre le degré de l'incohérence de l'ensemble d'éléments à laquelle le dialogue s'attaque et ce même degré d'intensité après le dialogue si celui-ci réussit en faveur de l'agent. Les agents peuvent également calculer l'*utilité* d'une conversation dynamiquement en recalculant le degré d'incohérence en question au cours du dialogue. Lorsqu'une unité de dialogue est terminée, soit l'incohérence est réduite (et le dialogue est terminé, on a ici un critère d'arrêt), soit l'agent peut continuer (par un enchaînement dialogique) à essayer de la réduire (dans la mesure du possible, car certains dialogues ne peuvent pas être remis en cause lorsqu'ils ont échoué).

5.2. *Dynamique intra-dialogue*

Un agent sélectionne un type de dialogue en fonction du type de l'incohérence qu'il souhaite réduire, c.-à-d. du type de problème qu'il souhaite régler. Mais au cours de cette résolution, d'autres incohérences peuvent apparaître, celles-ci peuvent parfois devoir être réduites pour que la réduction principale puisse se poursuivre. C'est ce qui amène les agents à imbriquer un sous-dialogue pour réduire la nouvelle incohérence avant de reprendre le dialogue principal concernant l'incohérence première. Dans d'autres cas, l'incohérence peut se déplacer, amenant les agents à enchaîner deux types de dialogues. On a donc également un outil pour gérer l'imbrication et l'enchaînement des unités de dialogue au cours d'une conversation.

5.3. *Dynamique inter-dialogue*

Les dialogues ne sont que des tentatives de réduction d'incohérence. Une tentative de réduction d'incohérence peut échouer. La mesure d'utilité des dialogues définie dans le cadre de consonance est utile pour guider l'agent dans sa conduite communicationnelle. Suite à un dialogue pas ou peu utile, c.-à-d. la dissonance n'est pas réduite, l'agent doit décider comment agir. L'agent va probablement persévérer dans sa tentative de réduction en prenant en compte cet échec : il proposera un type de dialogue différent ou une proposition différente du même type de dialogue, il prendra note de cet échec qui pourra être utile pour le guider lors des dialogues/tentatives suivants.

En particulier, dans un cadre ouvert et hétérogène, un agent est amené à communiquer avec des agents inconnus, il lui faut alors se faire une idée des dialogues tenus avec ceux-ci. L'agent pourra tenir compte de l'utilité des dialogues tenus pour sélectionner ses interlocuteurs. Un agent aura intérêt à renforcer ces échanges avec les agents avec qui les dialogues sont utiles et de nombreuses incohérences (c.-à-d. problèmes) sont résolues et à l'inverse, il pourra tenir compte des dialogues inutiles en affaiblissant ses liens sociaux avec les interlocuteurs concernés. C'est-à-dire que la mesure de l'utilité des dialogues fournit une information précieuse qui pourra être utilisée par un outil de gestion des accointances[6].

5.4. *Lien cohérence - humeur, intensité*

Ces dernières années, le besoin d'intégrer les émotions aux agents artificiels s'est fait sentir [BAT 94, VEL 97]. Le modèle de consonance proposé permet de faire un lien direct entre les mesures de cohérence et l'humeur de l'agent. Notre théorie fournit un système de valeurs dans lequel un gain de cohérence est un soulagement, un réconfort. Un état de cohérence est un état de bien-être (sourire…). À l'inverse, un agent peut avoir peur d'une incohérence perçue comme potentiellement future, être préoccupé ou malheureux d'un état d'incohérence ou encore déçu d'une tentative de réduction échouée (par exemple une conversation). On pense aux interfaces hommes/machines et aux systèmes de tutoriels intelligents, entre autres.

6. Un tel gestionaire pourrait être opérationnalisé à l'aide de l'apprentissage par renforcement, ce qui n'est pas notre objet ici.

En outre, certains cadres interactionnels autorisent l'utilisation de différents degrés d'intensité des forces illocutoires des actes de langage[7]. Pourtant, aucune théorie d'agents n'indique comment la sélection de ce degré d'intensité s'effectue. Les mesures quantitatives définies par la théorie de la cohérence cognitive fournissent selon nous le moyen de guider l'agent dans le choix du degré d'intensité approprié.

Dès lors qu'une conversation est engagée pour réduire une incohérence, il semble légitime que la magnitude de celle-ci influence de manière directe le choix des degrés d'intensité des actes à utiliser. Par exemple, un agent qui a besoin d'une information pour réduire une incohérence interne va se lancer dans un dialogue de recherche d'informations et produire un acte directif pour essayer d'obtenir cette information. Le degré d'intensité de la force illocutoire va dépendre du degré d'intensité de ladite incohérence :

– une invitation, un conseil si l'incohérence est très légère ;

– une recommandation, une demande si elle est un peu plus intense ;

– une supplication, une imploration ou un ordre si la magnitude de l'incohérence est très intense et donc sa réduction cruciale.

Si ces paramètres d'émotions, d'humeur et d'intensité semblent moins importants pour les SMA entièrement artificiels, cette piste est intéressante pour les systèmes personne-machine. Évidemment, ce facteur de sélection du degré d'intensité n'est pas unique, car il y a un certain nombre d'autres facteurs susceptibles d'intervenir dans ce choix : les conventions sociales (il est généralement interdit de donner un ordre à un supérieur hiérarchique…), les relations entre les agents (proximité, confiance, passif de la relation,…) sont aussi importantes pour sélectionner les degrés d'intensité des forces illocutoires des actes posés.

6. Exemple détaillé

La théorie présentée dans les sections précédentes doit être envisagée comme une sur-couche des architectures agents existantes. Son intégration sera réalisée via la reformulation des réseaux de cognitions en terme d'éléments et de contraintes de sorte que les différentes mesures de cohérence et d'utilité définies ci-dessus s'appliquent.

Pour notre exemple, on suppose que dans le système considéré, ce sont les jeux de dialogues tels que définis par Chaib-draa et Maudet [CHA 02] qui sont utilisés comme cadre interactionnel. Dans ce cadre interactionnel, les engagements ne sont pas modifiables. Ils constituent des obligations fermes qui amènent des sanctions si elles ne sont pas respectées. Un engagement accepté de x envers y sur la proposition p (ou l'action α) qui entraîne les sanctions s_x pour x et s_y pour y s'il n'est pas respecté est noté : $C(x, y, p, s_x, s_y)$. Un engagement rejeté est noté : $\neg C(x, y, p, s_x, s_y)$. Quatre jeux de dialogue sont définis dans cette approche : $offer$, $request$, $inform$, ask.

7. Cette idée est valable pour les actes de langage classiques comme pour les autres actes de conversation : actes d'établissement, actes de dialogue, …

Ils visent à faire accepter respectivement : un engagement en action du locuteur envers l'interlocuteur, un engagement en action de l'interlocuteur envers le locuteur, un engagement propositionnel du locuteur envers l'interlocuteur et un engagement propositionnel de l'interlocuteur envers le locuteur. Les possibilités de structuration des jeux (imbrication, pré-séquencement, itération, ...) sont prises en charge via un méta-jeu de contrôle que Maudet et Chaib-draa [CHA 02] ont nommé jeu de contextualisation et qui permet de proposer l'entré ou la sortie d'un jeu à n'importe quel moment.

Un agent Bob travaille à planifier sa journée du lendemain. Il a le choix entre deux intentions : aller à la conférence ou rester travailler. À ces deux intentions peuvent correspondre les deux engagements sociaux suivants : l'engagement de Bob envers son patron Paul d'aller à la conférence et l'engagement de Bob envers Paul de rester travailler. Ces engagements potentiels sont liés aux intentions correspondantes par des relations de correspondance (un engagement est l'équivalant social d'une intention, les engagements en action sont le pendant des intentions de et les engagements propositionnel le pendant des intentions que) et sont liés entre eux par une relation d'exclusivité mutuelle. En outre, l'intention de rester travailler et l'engagement d'aller à la conférence ainsi que l'intention d'aller à la conférence et l'engagement d'aller travailler sont liés par des relations d'incompatibilité.

On peut induire les contraintes correspondantes à toutes ces relations, aux relations de permissions on fait correspondre des contraintes positives, aux relations d'exclusion mutuelle et aux relations d'incompatibilité des contraintes négatives. En outre, Bob a initialement l'intention d'aller à la conférence, une intention qu'il a inférée de ses croyances et de ses désirs à la façon des systèmes BDI classiques. Cette intention appartient donc à l'ensemble A et tous les autres éléments à l'ensemble R (c'est-à-dire que Bob n'est pas engagé ni à aller à la plage ni à rester travailler et qu'il n'a pas l'intention de rester travailler). On utilise, ce faisant, une variante de l'hypothèse du monde clos qui consiste en : tout ce qui n'est pas accepté est rejeté. La figure 2 montre le réseau de contraintes à cet instant[8].

En affectant un poids unitaire à chacune des contraintes définies ci-dessus, on peut calculer la cohérence du réseau ainsi défini en additionnant les poids des contraintes satisfaites, la somme est pondérée par leur nombre : on obtient une cohérence de $3/6$ (les contraintes numérotées 5, 3 et 2 sont satisfaites). De même, on peut calculer la cohérence de chacun des éléments de ce réseau. L'intention acceptée d'aller à la conférence a une cohérence de $2/3$ (parmi les trois contraintes afférentes à cette cognition, seules la 4 et la 5 sont satisfaites). L'intention, rejetée, de rester travailler a une cohérence de $2/3$. L'engagement d'aller à la conférence, rejeté, a une cohérence de $0/3$ et celui, également rejeté, de rester travailler a une cohérence de $2/3$.

Pour maximiser sa cohérence, Bob devrait donc modifier l'état d'acceptation de l'élément le moins cohérent (c'est à dire s'attaquer à réduire l'incohérence la plus

8. Notons que toutes les contraintes indiquées ne sont pas nécessaires et que le réseau décrit est redondant, mais ces considérations de représentation des connaissances n'altèrent en rien la validité du traitement qui s'en suit.

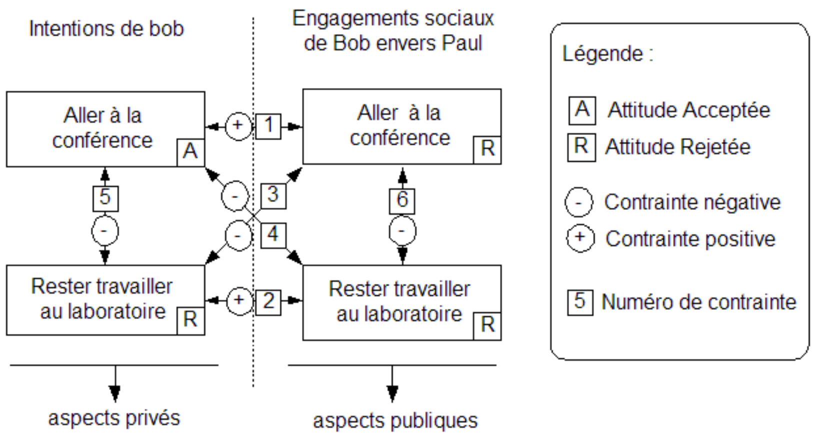

Figure 2. *Réseau de contraintes dans la situation initiale pour Bob*

intense). Il s'agirait donc pour lui de parvenir à faire accepter l'engagement d'aller à la conférence. Comme il s'agit d'un engagement social qui n'a de valeur que si il est socialement acquis, bob ne peut pas réduire cette dissonance seul. Cet engagement dissonant implique le patron de Bob, c'est donc une incohérence externe explicite pour Bob. Bob va donc entamer un dialogue avec son patron au sujet de son intention d'aller à la conférence et plus précisément afin de faire accepter l'engagement correspondant.

Pour s'en convaincre, on peut calculer l'espérance d'utilité des différents types de dialogues que l'agent peut entreprendre. Si l'agent cherche par le dialogue à rester travailler et qu'il parvient à négocier cet engagement auprès de son patron, la cohérence de son réseau sera de $2/6$. Si, il essaye de s'engager à aller à la conférence et qu'il y parvient, elle sera de $6/6$ et finalement, si l'agent Bob se tait elle restera à $3/6$.

Parmi les différents jeux de dialogues disponibles, Bob va choisir celui qui lui permet de faire accepter un engagement en action du locuteur envers son interlocuteur. Ce jeu de dialogue devra donc avoir une condition d'entrée qui peut s'unifier avec $\neg C(Bob, Paul, Aller\_Conference, s_{Bob}, s_{Paul})$ signifiant que l'engagement considéré n'est pas déjà établi et une condition de succès qui peut s'unifier avec $C(Bob, Paul, Aller\_Conference, s_{Bob}, s_{Paul})$ signifiant qu'en cas de succès du dialogue, l'engagement correspondant sera accepté. Seul le jeu d'offre satisfait ces contraintes. Bob va donc proposer à son patron Paul d'entrer dans un jeu de ce type. Sous l'hypothèse de coopération dialogique, on suppose que Paul accepte d'entrer dans ce jeu, le jeu d'offre va alors être joué et Bob va respecter son engagement de faire une offre à Paul, en lui proposant l'engagement d'aller à la conférence. C'est ensuite à Paul de réagir.

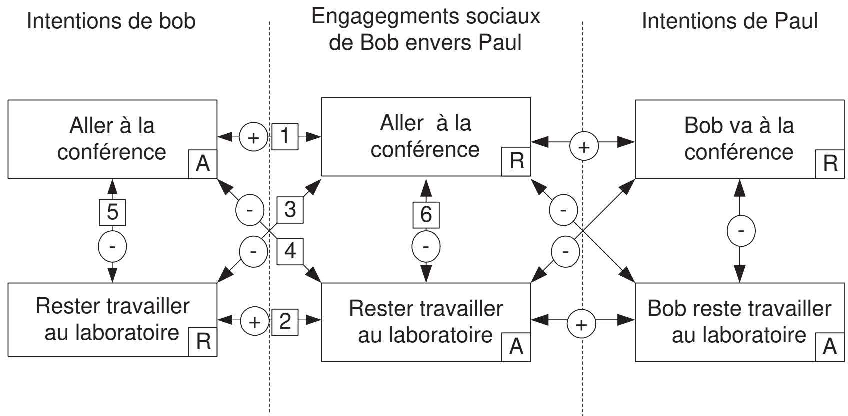

Figure 3. *Réseau de contraintes dans la situation finale pour Bob et Paul*

Pour éviter de perdre de la cohérence, Paul devra refuser l'engagement proposé par Bob (si cet engagement était accepté, la cohérence de Paul passe de $3/6$ à $1/6$ comme on peut le calculer grâce à la figure 3 dans laquelle l'engagement de Bob envers Paul ne serait pas accepté). Mais pour maximiser sa cohérence, il a mieux à faire avant. En effet, l'élément le plus dissonant pour Paul est l'engagement de Paul envers lui de rester au laboratoire travailler qui est rejeté (cohérence de $0/3$). Pour le faire accepter, Paul engage un sous dialogue en proposant le jeu qui permet d'établir un type d'engagement unifiable avec ce dernier soit le jeu de requête. Bob est dialogiquement coopératif, il accepte de jouer ce sous-jeu. Paul demande alors à Bob d'accepter l'engagement $C(Bob, Paul, Rester\_Travailler, s_{Bob}, s_{Paul})$, le fait que Paul soit un supérieur hiérarchique de Bob empêche ce dernier de refuser (ce sans quoi, on serait entré dans une argumentation). La condition de succès du jeu emboîté est donc remplie et sa fermeture est proposée par Paul. Bob accepte. Paul dont la cohérence est maintenant maximale, c'est à dire de $6/6$ comme indiqué par la figure 2, ne souhaite pas changer quoi que ce soit, il refuse donc l'offre issue du jeu d'offre ouvert par Bob. Les deux jeux de dialogues sont fermés.

Nous sommes alors dans la position indiquée par la figure 3. La cohérence de Bob, a finalement chuté par ce dialogue ($2/6$). Pour rétablir cette cohérence, Bob n'a plus la possibilité d'essayer de négocier l'acceptation ou le rejet des engagements envers Paul, puisque ceux-ci ont déjà été discutés et qu'on ne peut pas revenir dessus (dans le système de Maudet et Chaib-draa). Ainsi, la seule solution pour Bob, lui permettant de rétablir la cohérence est de changer ses cognitions. Bob va donc rejeter son intention première d'aller à la conférence et accepter l'intention de rester travailler.

C'est ainsi que le changement d'attitude est envisagé dans notre théorie, conformément aux considérations des psychologues. Tant qu'un agent peut changer le monde extérieur pour maximiser sa cohérence, il essaye et dès lors que le monde extérieur n'est plus modifiable, il change ses attitudes pour s'y conformer.

Ainsi, nos deux agents ont tenu une conversation à laquelle pourrait correspondre le dialogue suivant :

Bob : Je peux te faire une offre ? <proposition d'entrer dans un jeu d'offre>

Paul : oui, vas-y. <proposition acceptée>

Bob : je peux aller à la conférence ? <Offre>

Paul : justement, est-ce que je peux te faire une requête ? <proposition d'imbriquer un jeu de requête>

Bob : oui. <proposition acceptée>

Paul : Demain, tu restes travailler au laboratoire. Tu n'iras donc pas à la conférence. <requête et refus de l'offre>

Bob : OK (soupir). <requête acceptée>

Paul : C'est bon ? <proposition de fermer les jeux ouverts>

Bob : Oui, oui (long soupir). <proposition acceptée>

7. Conclusion

Dans cet article, nous avons présenté le cadre de cohérence. Celui-ci est épistémologiquement *fondé* sur les travaux de psychologie cognitive et de psychologie sociale tout en arborant la forme, classique en informatique, de raisonnements et de calculs sur des éléments et leurs contraintes associés. Ce cadre fournit une théorie de l'utilisation des cadres interactionnels [9] envisagée comme une surcouche des architectures d'agent cognitif classiques. En abordant de nouveau les aspects cognitifs des communications agents, de nouvelles problématiques ont été soulevées. Les mesures d'incohérence et d'utilité définies dans le cadre de cohérence fournissent les mécanismes nécessaires pour répondre même partiellement aux questions suivantes qui sont autant de sujets peu traités dans la littérature SMA :

– Quand un agent prend l'initiative d'une conversation, à quel sujet et pourquoi (voir section 4.2) ?

– Avec qui (voir section 4.2) ?

– Par quel type de dialogue (voir section 4.3) ?

– Quelle intensité donner aux forces illocutoires (voir section 5.4) ?

– Comment définir et mesurer l'utilité d'une conversation (voir section 5.1) ?

– Quand arrêter le dialogue ou le cas échéant comment le poursuivre (voir section 5.2) ?

9. Les cadres interactionnels considérés ici sont les jeux de dialogues, en particulier mais de manière non restrictive ceux de Maudet et Chaib-draa [CHA 02] et plus généralement le cadre interactionnel théorique défini par les types de dialogues isolés par Walton et Krabbe [WAL 95].

– Quels sont les impacts du dialogue sur les attitudes de l'agent (voir section 3.1) ?

– Quels sont les impacts du dialogue sur l'humeur de l'agent (voir section 5.4) ?

– Quelles sont les conséquences du dialogue sur les accointances de l'agent (voir section 5.3) ?

Évidemment, chacune de ces problématiques n'a pu être approfondie ici, mais le but était plutôt de donner une idée d'ensemble de cette approche de la communication agent fondée sur les sciences cognitives. En effet, un des intérêts de notre apport est la large couverture de la théorie proposée pour l'automatisation de la communication agent. De futures publications seront dédiées de manière spécifique à certains aspects de la théorie ébauchée ici.

8. Bibliographie

[AMG 00] AMGOUD L., MAUDET N., PARSON S., « Modelling Dialogue Using Argumentation. », *Proceedings of the 4th internationnal conference on multi-agent systems (ICMAS'00)*, 2000.

[BAK 91] BAKER M., « *Knowledge Acquisition in Physics and Learning Environments* », chapitre An Analysis of Cooperation and Conflict in students' collaborative explanations for Phenomena in Mechanics., Springer-Verlag : Heidelberg, Germany, 1991.

[BAT 94] BATES J., « The Role of Emotion in Believable Agents », *Communications of the ACM*, vol. 37, n° 7, 1994, p. 122–125.

[BRE 62] BREHM J., COHEN A., *Explorations in Cognitive Dissonance*, John Wiley and Sons, inc, 1962.

[BRO 01] BROERSEN J., DASTANI M., HULSTIJN J., HUANG Z., VAN DER TORRE L., « The BOID Architecture : Conflicts between Beliefs, Obligations, Intention and Desires », *International Conference on Autonomous Agent 2001*, 2001.

[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.

[COL 00] COLOMBETTI M., « Commitment-Based Semantic for Agent Communication Languages », *1st Workshop on the History and Philosophy of Logic, Mathematics and Computation*, 2000.

[CRA 83] CRAIG R., *Conversationnal coherence : form, Structure and strategy*, CA :Sage, Beverly Hills, 1983.

[DAS 00] DASTANI M., HULSTIJN J., DER TORRE L., « Negociation Protocols and Dialogue Games », *Proceedings of the Belgium/Dutch AI Conference (BNAIC'2000)*, Kaatsheuvel, 2000.

[DES 98] DESSALLES J.-L., « *Formal Semantics and Pragmatics of Dialogue* », vol. TWLT-13, chapitre The Interplay of Desire and Necessity in Dialogue, p. 89-97, Enschede : University of Twente, 1998.

[DIG 00] DIGNUM F., « Issues in Agent Communication : An Introduction », DIGNUM F., GREAVES M., Eds., *Issues in Agent Communication*, Lecture Notes in Artificial Intelligence, Springer-Verlag : Heidelberg, Germany, 2000, p. 1-16.

[FES 57] FESTINGER L., *A Theory of Cognitive Dissonance*, CA : Stanford University Press, 1957.

[FIN 94] FININ T., FRITZSON R., « Specification of the KQML Agent Communication Language plus Example Agent Policies and Architectures », rapport, 1994, DARPA Knowledge Sharing Initiative External Interface Working Group.

[FIN 98] FININ T., LABROU Y., « Semantics for an ACL », *Agents, Architecture and Languages*, Springer-Verlag : Heidelberg, Germany, Berlin, 1998.

[FIP 02] FIPA, « FIPA [Fondation for Intelligent Physical Agents] », http ://www.FIPA.org, 2002.

[FLO 01] FLORES R., KREMER R., « Bringing Coherence to Agent Conversation », WOOLDRIDGE M., CIANCARINI P., WEISS G., Eds., *Agent-Oriented Software Engineering II*, Lecture Notes in Computer Science, Springer-Verlag, 2001, p. 50-67.

[HAM 70] HAMBLIN C., *Fallacies*, Methuen, London, UK, 1970.

[HAR 99] HARMON-JONES E., MILLS J., Eds., *Cognitive Dissonance : Progress on a Pivotal Theory in Social Psychology.*, American Psychological Association, 1999.

[KEE 91] KEEFE J., « *Cognitive Dissonance* », chapitre Persuasion : Theory and research, p. 61-78, Sage, Newbury Park, California, 1991.

[LIT 92] LITTLEJOHN S., *Theories of Human Communication*, Waldsworth Publishing Company, 1992.

[MAU 01] MAUDET N., « Modéliser les Conventions des Interactions Langagières : la Contribution des Jeux de Dialogue », PhD thesis, ENSEIHT-UPS, 2001.

[MOU 97] MOULIN B., « *Agent and Multi-agent Systems* », chapitre The social dimension of interacions in multi-agent systems, LNAI 1441, Springer, Berlin, 1997.

[PAS 00] PASQUIER P., DEHAIS F., « Approche Générique du Conflit », SCAPIN D., VERGISSON E., Eds., *ErgoIHM 2000*, Biarritz, France, 2000, ESTIA.

[REE 97] REED C., LONG D., « Collaboration, Cooperation and Dialogue Classification », *IJCAI 1997*, 1997.

[REE 98] REED C., « Dialogue frames in agent communication », *Proceedings of the Third Internationnal Conference on MultiAgent Systems (ICMAS)*, 1998.

[SAK 01] SAKAI H., « *A Multiplicative Power-Function Model of Cognitive Dissonance : Toward an Integrated Theory of Cognition, Emotion and Behavior After Leon Festinger* », chapitre Computer Simulation, p. 267-294, American Psychological Association, 2001.

[SEA 69] SEARLE J. R., *Speech Acts : An Essay in the Philosophy of Language*, Cambridge University Press : Cambridge, England, 1969.

[SHU 99] SHULTZ R., LEPPER R., « *Cognitive Dissonance : progress in a pivotal theory in social psychology* », chapitre Computer simulation of the cognitive dissonance reduction, p. 235-265, American Psychological Association, 1999.

[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.

[SPE 86] SPERBER D., WILSON D., *Relevance*, Harvard University Press, Cambridge MA, 1986.

[THA 98] THAGARD P., VERBEURGT K., « Coherence as constraint satisfaction », *Cognitive Science*, vol. 22, 1998, p. 1-24.

[VEL 97] VELASQUEZ J., « Modeling Emotions and Other Motivations in Synthetic Agents », *Proceedings of the AAAI Conference 1997*, Providence, RI, 1997, p. 10-15.

[WAL 95] WALTON D., KRABBE E., *Commitment in Dialogue*, Suny Press, 1995.

[WIC 76] WICKLAND R., BREHM J., *Perspectives on Cognitive Dissonance*, NY : Halsted Press, 1976.