

L'automatisation des processus de négociation sur l'Internet

*Laurent DEVEAUX**

Docteur en sciences économiques et gestion, ENS Cachan

RÉSUMÉ

Le développement du commerce électronique doit s'appuyer sur des systèmes de négociation performants. Dans cet article, nous présentons une typologie des systèmes de négociation qui pourront être implémentés demain sur l'Internet. Nous présentons les avantages de ces systèmes et nous analysons leurs modes de conception respectifs.

Mots-clés : Commerce électronique, Négociation, Système d'aide à la négociation, Système multi-agents.

ABSTRACT

The development of E-business must be based on powerful negotiation systems. In this paper, we present a typology of negotiation systems that could be implemented in the future on the World Wide Web. We present the advantages of these systems and we analyze their respective designs.

Key-words: E-business, Negotiation, Negotiation support system, Multi-agent system

¹ L'auteur remercie le comité de rédaction ainsi que les rapporteurs pour leurs commentaires qui ont contribué à améliorer cet article

1. INTRODUCTION

De nos jours, le commerce électronique ne retranscrit pas encore complètement la diversité des mécanismes de transactions utilisés dans le commerce traditionnel. En particulier, comme le soulignent Beam et Segev (1997, p. 264), « *in order to support current business practices as well as new ones on the Internet, electronic commerce systems need the ability to negotiate* ». En effet, la négociation joue un rôle important dans les relations inter-entreprises mais également dans les décisions d'achat des consommateurs (Arndt, 1979; Evans et Beltramini, 1987). Pour se développer, le commerce électronique doit donc se doter d'outils permettant de retranscrire un processus de négociation sur l'Internet. Dans ce cadre, les magasins en ligne pourront offrir à leurs clients un mécanisme de transaction plus flexible qu'une simple offre à prendre ou à laisser. De leur côté, les entreprises pourront se servir du médium Internet pour négocier différents contrats commerciaux (contrats avec les fournisseurs, contrats avec les distributeurs, etc.).

Dans cet article, la négociation est définie comme une manière de résoudre un conflit entre deux ou plusieurs partis en vue de conclure un accord mutuellement acceptable. La négociation nécessite de communiquer et d'interagir. Pratiquement, ce processus se traduit donc par un échange d'offres et de contre-offres sur un ou plusieurs attributs d'une transaction. Généralement, un processus de négociation se déroule en huit étapes (Gulliver, 1979) : (1) Identifier le lieu de la négociation ; (2) Définir l'objet de la négociation (les partis s'accordent sur les dimensions qui seront dis-

cutées, l'ordre dans lequel celles-ci seront discutées et les échanges qui pourront avoir lieu entre elles) ; (3) Fixer les limites (les partis définissent les limites à ne pas dépasser sur chacune des dimensions) ; (4) Réduire les différences (les partis marchandent, analysent les solutions possibles et tentent de réduire l'écart entre leurs objectifs initiaux) ; (5) Préliminaires à l'accord final (les partis analysent leurs désaccords persistants et testent des solutions d'échange possibles) ; (6) Marchandage final (les partis échangent des propositions et contre-propositions substantielles permettant de déboucher sur un accord) ; (7) Conclusion de l'accord (les partis signent éventuellement un accord écrit) ; (8) L'accord est exécuté.

La description de ce processus souligne la complexité de la tâche d'un individu dans une négociation. En effet, ce dernier doit prendre en compte de nombreuses données, informations et connaissances tout en prenant garde à ne pas se faire dominer par ses sentiments et émotions (problème de confiance dans l'autre parti, problème d'affinité entre les partis, etc.) qui pourraient altérer le résultat de la négociation. Dans l'environnement multi-média de l'Internet, différents systèmes peuvent être offerts aux entreprises et/ou consommateurs pour les assister dans un processus de négociation. Sur le réseau, deux types de systèmes peuvent être mis en place pour assister des négociateurs ou automatiser un processus de négociation : les systèmes d'aide à la négociation et les systèmes multi-agents. Ces systèmes sont conçus à partir d'approches extrêmement variées telles que la théorie des systèmes d'information (Nunama-

ker *et al.*, 1991 ; Sycara, 1991), des **théories comportementales** (Pruitt, 1981 ; Fisher et Ury, 1983), la **théorie de la décision** (Keeney et Raiffa, 1991), la **théorie des jeux** (Nash, 1950 ; Nash, 1953) ou bien encore des **théories informatiques** (Rosenschein et Zlotkin, 1994 ; Benyoucef *et al.*, 2001). Les systèmes d'aide à la négociation sont des logiciels conçus pour aider un ou plusieurs individus à prendre de meilleures décisions dans un processus de négociation. Dans ce contexte, les systèmes d'aide à la négociation peuvent servir d'aide en ligne à des négociateurs en les assistant dans leur processus de décision et/ou leur processus de communication (Starke et Rangaswamy, 2000). Des systèmes de négociation électronique plus ambitieux, appelés systèmes multi-agents, sont également à l'étude. Les propos de Stuart Feldman (directeur de l'*IBM Institute for Advanced Commerce*) résumant bien l'objectif de tels systèmes : *Someday, you might haggle over the price of just about anything, the way you would negotiate the price of a carpet in a Turkish bazaar. Except it is likely to take place on an electronic exchange, and it may be a computer bidding against another computer on your behalf.*, (Cortese et Stepanek, 1998, p. 73). Ainsi, l'implémentation de systèmes multi-agents sur l'Internet pourrait permettre d'automatiser complètement un processus de négociation en donnant la possibilité à des acheteurs et des vendeurs de déléguer leur processus de décision à des agents qui négocieraient ensuite, en leur nom, les termes d'une transaction commerciale (Deveaux et Paraschiv, 2003).

Le but de cet article est de proposer une typologie des différents systèmes de négociation qui peuvent être implémentés sur l'Internet, de présenter leurs avantages et d'analyser leurs modes de conception respectifs. Dans une première partie, nous nous intéresserons aux systèmes d'aide à la négociation. En particulier, nous soulignons les avantages offerts par de tels systèmes, nous présentons une typologie des systèmes d'aide à la négociation existants et nous exposons le rôle qu'ils pourraient jouer s'ils étaient mis en ligne sur l'Internet. Dans une deuxième partie, nous nous intéressons aux systèmes multi-agents. En particulier, nous recensons les différents avantages qu'un agent peut apporter à son utilisateur dans une négociation et nous analysons différentes approches pour concevoir leur processus de décision.

H. LES SYSTÈMES D'AIDE À LA NÉGOCIATION

Au cours des vingt dernières années, parallèlement au développement de l'informatique dans nos sociétés, la communauté scientifique a porté un intérêt croissant à l'utilisation d'ordinateurs pour résoudre certains problèmes rencontrés dans une négociation (Jelassi et Fogoughi, 1989 ; Nunamaker *et al.*, 1991). En effet, la tâche d'un négociateur est complexe et la cognition limitée des individus peut empêcher le bon déroulement d'une négociation (Sebenius, 1992). Dans ce cadre, des systèmes d'aide à la négociation peuvent pallier certaines déficiences humaines et améliorer la résolution d'un processus de négociation.

Les premiers systèmes développés ont cherché à simplifier et à structurer des problèmes de négociation complexes en permettant à un individu d'identifier ses intérêts dans une phase de préparation ou en offrant un service de médiation. Par la suite, d'autres systèmes ont permis de mettre en relation, par l'intermédiaire d'un réseau, des négociateurs afin d'améliorer l'efficacité d'un processus de négociation. Actuellement, les systèmes existants, quel que soit leur objectif, aide individuelle ou collective, sont encore le plus souvent à l'état de prototype mais des systèmes similaires pourraient très bien être implémentés prochainement sur l'Internet pour assister des négociateurs. Pour l'instant, Ozro [www.tradeaccess.com] et Cyber\$ettle [www.cybersettle.com] sont les deux seuls sites sur le réseau qui proposent une aide à la négociation, aide encore relativement peu évoluée. Ces deux sites offrent leurs services dans le domaine du commerce inter-entreprises. En effet, les systèmes d'aide à la négociation sont développés pour des négociations dont l'enjeu est relativement substantiel car leur utilisation est fastidieuse et requiert un ensemble de connaissances a priori important. Ainsi, leur utilisation s'adresse à des négociateurs relativement expérimentés. Dans le domaine du commerce électronique, on peut donc raisonnablement penser que de tels systèmes seront principalement utilisés dans le domaine du commerce inter-entreprises par des négociateurs professionnels.

11.1. Pourquoi utiliser un système d'aide à la négociation ?

Comme le souligne Raiffa (1982; p. 358), les négociations humaines aboutissent fréquemment à des accords non optimaux ou inefficients¹. Généralement, l'inefficacité et l'inefficience d'une négociation sont dues à un ensemble de biais cognitifs auxquels sont assujettis les êtres humains dans leur prise de décision (Bazerman et Neale, 1991 ; Sebenius, 1992). En cherchant à pallier ces différents biais cognitifs, les systèmes d'aide à la négociation peuvent aider des individus à obtenir de meilleurs accords.

11.1.1. Les limites des négociations humaines

Quelquefois, des négociateurs n'arrivent pas à conclure un accord alors qu'il existait, d'un point de vue objectif, des gains pour chacun d'entre eux. Dans d'autres situations, lorsqu'un accord est conclu les négociateurs laissent de « l'argent sur la table ». Par exemple, Sebenius (1992; p. 25) rapporte que dans une étude expérimentale faite à Harvard, sur 47 négociations bilatérales conduites par des cadres dirigeants, seules 10 négociations ont abouti à un accord et un peu moins de la moitié des accords conclus ne sont pas Pareto efficaces. Ce manque d'efficacité dans les négociations humaines est principalement dû aux émotions qui entachent le jugement des individus ainsi qu'aux biais

¹. Dans une négociation, un accord est qualifié • d'inefficace • ou de • Pareto inefficace •, s'il existe au moins un autre accord permettant d'augmenter l'utilité d'un négociateur sans diminuer celle des autres.

cognitifs qui contraignent leur processus de décision.

Dans une négociation, un premier problème fréquemment observé est un problème d'affinité entre les différents partis. Lorsque ce problème est rencontré dans une négociation, l'ego des individus prend le dessus sur leur raisonnement et il les rend alors incapables de comprendre les intentions des autres partis (Fisher et Ury, 1983). Un problème d'affinité va conduire à de mauvaises interprétations et à des émotions qui vont altérer le processus et le résultat de la négociation. Dans ce cadre, une conséquence particulièrement courante est une situation de blocage de la négociation, car chaque individu a tendance à « camper sur ses positions » en ayant des attentes trop importantes pour qu'un accord puisse être conclu (Fisher et Ury, 1983). Une situation d'impasse dans une négociation survient également lorsque les individus ont un excès de confiance dans leur jugement. Par exemple, lorsque des négociateurs font appel à un médiateur pour les aider à trouver un accord, ces derniers ont tendance à penser qu'il va nécessairement trancher en leur faveur et ils vont alors rejeter toutes solutions reposant sur un partage équitable (Camerer, 1997). L'excès de confiance d'un négociateur est souvent étroitement lié à un autre biais cognitif qui est l'ignorance de la cognition de l'opposant (Bazerman et Neale, 1991). Si les individus inté-

graient dans leur stratégie de négociation le processus de décision de leur opposant, la situation de blocage précédemment évoquée ne pourrait pas se produire. En effet, les deux négociateurs anticiperaient certainement leur excès de confiance mutuel et préféreraient éviter le coût d'une impasse en acceptant l'accord proposé par le médiateur.

Avant de commencer une négociation, les individus supposent généralement, le plus souvent à tort, que « la taille du gâteau qu'ils doivent se partager est fixée ». Ce biais cognitif est fréquent dans des négociations portant sur plusieurs dimensions (Bazerman *et al.*, 1985). En effet, dans une négociation multi-attributs, les négociateurs ont tendance à penser que leurs intérêts sont nécessairement opposés, alors qu'il leur est quelquefois possible d'obtenir un accord plus efficient en faisant preuve de créativité et/ou en effectuant des compromis sur des dimensions auxquelles ils n'accordent pas la même attention (Walton et McKersie, 1965). Ce biais cognitif conduit souvent les individus à négocier séparément, une à une, chacune des dimensions de la négociation au lieu de chercher à obtenir mieux en faisant des compromis entre les dimensions (Jelassi et Fogoughi, 1989 ; Mumpower, 1991). Le comportement des individus dans une négociation dépend également d'effets de contexte'. Les individus traitent différemment une si-

2 Dans un problème décisionnel plus général que celui d'une négociation, Kahneman et Tversky (1979) ont montré que les individus modifient leur comportement en fonction du contexte dans lequel ils doivent prendre leur décision. Lorsque les individus doivent prendre une décision dans un contexte présenté sous forme de gain, ils ont tendance à être averses au risque (i.e., choix d'une alternative certaine). À l'inverse, lorsqu'on leur présente le même problème décisionnel dans un contexte de perte, les individus préfèrent souvent choisir l'alternative risquée (i.e., une alternative dont la probabilité d'échec n'est pas nulle).

tuation décisionnelle identique en fonction de la présentation qui leur en est faite ou de l'interprétation qu'ils s'en font. Dans un processus de négociation, les individus qui se concentrent principalement sur leurs pertes potentielles augmentent de manière significative la probabilité d'impasse car ils sont moins conciliants. A l'inverse, les individus qui s'intéressent à leurs gains potentiels ont une probabilité d'accord significativement plus élevée (Neale et Bazerman, 1985). La perception des individus peut être liée à leurs rôles respectifs. Dans une négociation, un acheteur a souvent tendance à percevoir la négociation de manière positive, tandis qu'un vendeur la perçoit généralement de manière négative (Neale *et al.*, 1987).

11.1.2. *Avantages offerts par les systèmes d'aide à la négociation*

Dans leur ouvrage, Fisher et Ury (1983) proposent une approche qualifiée de «négociation raisonnée». Cette approche est basée sur quatre principes permettant de structurer un processus de négociation et de limiter les biais cognitifs auxquels sont assujettis les individus dans leur processus de décision. Nous reprenons ci-dessous ces quatre principes qui illustrent parfaitement les différents avantages que les systèmes d'aide à la négociation peuvent apporter pour améliorer l'efficacité et l'efficience d'une négociation.

- ***Inciter les négociateurs à traiter séparément les questions de personnes et le différent*** : Afin d'éviter qu'un problème d'affinité n'altère le résultat d'un processus de négocia-

tion, le premier principe consiste à inciter les négociateurs à se concentrer sur leur tâche, plutôt que sur des discussions litigieuses avec les autres partis. En établissant des règles de négociation préalables auxquelles tous les partis sont soumis, un système d'aide à la négociation peut structurer un processus de négociation et permettre aux individus de rester uniquement concentrés sur la résolution du problème auquel ils font face. Par ailleurs, cet aspect bénéfique d'un système d'aide à la négociation peut être renforcé si ce dernier donne la possibilité aux négociateurs de ne pas communiquer directement entre eux. En effet, en isolant les individus et en leur permettant seulement de communiquer de manière électronique, leur apparence, leur allocution ou leur discours ne joueront plus aucun rôle et ils seront encouragés à utiliser un langage précis et pertinent qui améliorera le déroulement de la négociation (Jelassi et Foroughi, 1989; Nunamaker *et al.*, 1991).

- ***Inciter les négociateurs à se concentrer sur les intérêts en jeu et non sur leur position*** : Dans une négociation, les individus ont souvent tendance à se focaliser sur les montants qu'ils concèdent plutôt que de se préoccuper de leurs besoins et leurs intérêts. Le deuxième principe consiste donc à inciter les individus à avoir une vision particulièrement claire des intérêts en jeu lors d'une négociation. Dans ce cadre, un système d'aide à la négociation peut proposer à des négociateurs une estimation cohérente de leurs préfé-

rences et de leurs intérêts. Par exemple, lorsque la négociation porte simultanément sur plusieurs dimensions, l'encodage d'une fonction d'utilité multi-attributs peut aider un individu à identifier ses intérêts et ses préférences. De plus, au cours d'une négociation, un système d'aide à la négociation peut utiliser cette fonction d'utilité pour comparer différentes alternatives d'accord ou pour suggérer certaines décisions permettant d'éviter une situation d'impasse.

- *Soumettre un large éventail de solutions au cours du processus de négociation* : Dans une négociation, les individus négligent souvent certaines options qui pourraient leur permettre d'obtenir des gains mutuels. Ils peuvent également se trouver dans une situation d'impasse alors qu'il existe de manière objective un accord possible. En proposant des solutions alternatives au cours d'une interaction, un système d'aide à la négociation peut augmenter la probabilité de succès d'une négociation et permettre aux individus de conclure des accords plus efficaces.
- *Exiger que le résultat repose sur des critères objectifs* : Au terme d'une négociation, les individus n'utilisent pas de critères d'évaluation explicites pour déterminer leur satisfaction (Fisher et Ury, 1983). En utilisant des critères d'évaluation objectifs, un système d'aide à la négociation peut aider un négociateur à appréhender sa performance afin qu'il puisse accepter plus facilement l'accord conclu et/ou qu'il puisse améliorer ultérieurement son processus de décision.

11.2. Typologie des différents systèmes d'aide à la négociation

Les systèmes d'aide à la négociation peuvent être regroupés en deux catégories : les systèmes d'aide à la décision individuelle et les systèmes d'aide à la décision de groupe. Le premier type de système apporte une aide individuelle à un négociateur avant ou pendant un processus de négociation. Le deuxième type de système propose une aide plus collective. En effet, un système d'aide à la décision de groupe fonctionne comme une „table de marchandage électronique „ (Rangaswamy et Shell, 1997) en permettant aux négociateurs de communiquer entre eux et/ou en leur offrant un service de médiation. En illustrant notre propos à l'aide d'exemples, nous présentons à présent plus précisément les modes de conception et de fonctionnement de ces deux types de système d'aide à la négociation.

11.2.1. Les systèmes d'aide à la décision individuelle

Les systèmes d'aide à la décision individuelle peuvent être utilisés par un ou plusieurs partis pour préparer une négociation, organiser l'information dont ils disposent et/ou évaluer leurs stratégies de négociation. Ils permettent à un individu d'apprécier la configuration de négociation à laquelle il fait face et ils lui proposent différents conseils pour conduire cette négociation au mieux de ses intérêts. En d'autres termes, les systèmes d'aide à la décision individuelle cherchent principalement à pallier les biais cognitifs d'un individu en l'obligeant à identifier

ses intérêts (et ceux des autres) pour qu'il ne se focalise pas sur sa position. Ce type de logiciel est utilisé pour assister un individu dans la conduite d'une négociation distributive'. Les systèmes existants sont basés sur la théorie de l'utilité multi-attributs ou sur des techniques d'intelligence artificielle.

Généralement, les systèmes d'aide à la décision individuelle sont utilisés dans des négociations portant sur plusieurs dimensions. Dans un premier temps, un logiciel qui utilise la théorie de l'utilité multi-attributs aide un négociateur à identifier les dimensions sur lesquelles va porter la négociation, à définir les accords possibles ainsi que ses niveaux d'aspiration et de réservation sur chacune d'entre elles. Dans un deuxième temps, en élicitant une fonction d'utilité multi-attributs, un système d'aide à la négociation permet à un individu d'identifier précisément ses préférences sur chaque dimension et de déterminer l'importance relative qu'il accorde à chacune d'entre elles. En disposant de la fonction d'utilité multi-attributs d'un individu, un système d'aide à la décision individuelle permet à ce dernier de quantifier les concessions faites par l'autre parti et de déterminer en conséquence le montant des compromis qu'il peut ou doit encore effectuer avant de parvenir à un accord (Keeney et Raiffa, 1991).

Le logiciel NEGOTIATION ASSISTANT utilise cette méthodologie pour structurer une négociation et aider un individu à formuler ses préférences (Rangaswamy et Shell, 1997).

D'autres systèmes d'aide à la décision individuelle sont basés sur une approche complètement différente. Par exemple, le logiciel GMCA (*Graph Model for Conflict Analysis*) (Kilgour, *et al.*, 1990) ne cherche pas à encoder la fonction d'utilité d'un négociateur mais utilise une approche basée sur la théorie des graphes. Avec cette approche, l'encodage des préférences d'un individu consiste simplement à classer de manière ordinale un certain nombre de résultats possibles de la négociation en fonction du comportement anticipé de l'opposant. Dans une deuxième étape, le système détermine toutes les issues possibles de la négociation (i.e., les équilibres stables) et propose au négociateur certaines décisions pour le guider vers l'une d'entre elles. En fonction du comportement effectif des opposants, un négociateur qui utilise ce système a la possibilité de réviser ses préférences à n'importe quelle étape d'une interaction. NEGOPLAN (Kersten, 1993) et PERSUADER (Sycara, 1991) sont deux autres systèmes d'aide à la décision individuelle basés sur des techniques d'intelligence artificielle. L'objectif principal du système d'aide à

3. Une négociation est dite . distributive lorsque les partis sont en concurrence pour se partager une ressource (Walton et McKersie, 1965). Dans ce type de négociation, les individus peuvent avoir des intérêts entièrement ou partiellement opposés. Lorsque les négociateurs ont des intérêts totalement opposés, ils doivent partager une ressource dont le montant est fixé Dans la littérature sur la négociation, on qualifie également ce type de négociation de . négociation **gagnant-perdant** ., de ., négociation non coopérative., ou de - leu à somme nulle - car le gain d'un négociateur correspond nécessairement à **une** perte pour son opposant Lorsque les intérêts des négociateurs ne sont pas entièrement opposés, une négociation distributive présente un potentiel intégratif (Mumpower, 1991) Par exemple, dans une négociation **multi-attributs**, les individus peuvent accorder des intérêts différents à certaines dimensions (i.e ., les priorités des négociateurs diffèrent car ils pondèrent différemment certaines dimensions) Dans ce cadre, il existe potentiellement des compromis mutuellement bénéfiques pouvant affaiblir la relation conflictuelle entre les partis.

la décision individuelle NEGOPLAN est d'entraîner un individu à négocier. Le système distingue trois entités : l'utilisateur, son opposant et l'environnement décisionnel. L'opposant et l'environnement décisionnel sont représentés par différentes règles (elles spécifient l'état initial de la négociation), meta-règles (elles spécifient les états possibles de la négociation) et fonctions (procédures qualitatives ou logiques spécifiant les changements d'états) permettant au système de les simuler (Kersten *et al.*, 1991). Ces différentes variables peuvent être modifiées au cours d'un processus de négociation pour augmenter la flexibilité des interactions. Dans ce cadre, l'utilisation de ce système permet à un individu d'être confronté à différentes configurations de négociation. En lui montrant les conséquences possibles de ses décisions sur le processus et le résultat d'une négociation, le système permet à un individu de s'entraîner à une négociation à laquelle il doit réellement prendre part. Le système d'aide à la décision individuelle PERSUADER permet d'aider un individu à restructurer une négociation pour faciliter la conclusion d'un accord. Ce système permet à un négociateur d'introduire, de substituer ou d'abandonner certaines dimensions au cours d'un processus de négociation (Sycara, 1991). De manière à restructurer une interaction, le système utilise un mode de raisonnement basé sur des cas. Le système garde en mémoire les compromis

ou les impasses observés dans toutes les négociations où il a été utilisé. Ainsi, lorsque le système doit apporter son aide pour restructurer une nouvelle négociation, il tire des enseignements des cas similaires contenus dans sa mémoire et adapte en conséquence sa restructuration dans la négociation courante.

11.2.2. *Les systèmes d'aide à la décision de groupe*

Les systèmes d'aide à la décision de groupe sont utilisés comme des « tables de négociation » et ils permettent principalement de structurer ou de restructurer la dynamique d'un processus de négociation. Deux types de service peuvent être offerts par cette catégorie de système : un service de négociation interactif et un service de médiation. Le premier service permet d'assister les négociateurs dans la conduite d'une négociation distributive, tandis que le second service permet de suggérer des résultats Pareto efficaces ou de déterminer les résultats optimaux d'une négociation intégrative⁴.

11.2.2.1. *Service de négociation interactif*

Un service de négociation interactif permet aux partis prenant part à une négociation de bénéficier simultanément d'une aide individuelle dans leur processus de décision et d'un moyen

⁴ Une négociation est qualifiée « d'intégrative » lorsque les partis impliqués n'ont pas des intérêts diamétralement opposés ou qu'ils coopèrent pour résoudre un problème commun (Walton et McKersie, 1965) Dans une négociation intégrative, il est possible d'imposer aux négociateurs une règle de partage. Dans la littérature sur la négociation, on qualifie également ce type de négociation de « négociation gagnant-gagnant », de « négociation coopérative » ou de « jeu à somme non nulle ».

de communication avec les autres partis. Ce type de service offert par un système d'aide à la décision de groupe consiste donc à relier, de manière électronique, différents systèmes d'aide à la décision individuelle. Dans ce cadre, la conception d'un service de négociation interactif nécessite principalement de mettre en place un réseau de communication pour relier des systèmes d'aide à la décision individuelle et de définir le contenu des échanges d'information entre les partis. Un service de négociation interactif est utilisé dans un contexte non coopératif et les négociateurs ne peuvent donc avoir une représentation commune du problème de négociation car leurs intérêts restent des informations privées (Jelassi et Foroughi, 1989).

Les systèmes d'aide à la décision de groupe les plus récents proposant un service de négociation interactif sont NEGOTIATION ASSISTANT (Rangaswamy et Shell, 1997) et INSPIRE (Kersten et Noronha, 1999). Ces deux systèmes utilisent l'Internet comme réseau de communication entre des négociateurs. Quel que soit le système utilisé, la communication entre les partis se fait par l'intermédiaire d'e-mails dans lesquels les individus inscrivent le montant de leur offre. S'ils le désirent, les négociateurs ont également la possibilité de joindre un court message pour argumenter leur proposition. Le premier système NEGOTIATION ASSISTANT permet de relier des négociateurs utilisant un système d'aide à la décision individuelle basé sur la théorie multi-attributs. Dans leur étude, Rangaswamy et Shell (1997) ont cherché à étudier les avantages offerts par un service de négociation interactif.

Pour se faire, ils ont étudié une négociation bilatérale portant sur quatre dimensions et pouvant se dérouler dans quatre types de situations : (1) les individus négocient en face à face en n'utilisant aucun système ; (2) les individus négocient par e-mail en utilisant aucun système ; (3) les individus négocient en face à face en utilisant un système d'aide à la décision individuelle uniquement pour préparer la négociation ; (4) les individus utilisent un système d'aide à la décision de groupe leur permettant à la fois de communiquer de manière électronique et d'obtenir une aide permanente dans leur processus de décision individuelle. Dans leur étude expérimentale, Rangaswamy et Shell (1997) ont montré que les négociations se déroulant dans les conditions (3) et (4) étaient souvent plus efficaces (i.e., la probabilité d'une impasse est plus faible) et permettaient aux individus d'obtenir des accords plus efficaces. Par ailleurs, même s'il n'y a pas de différence significative entre les accords conclus dans les conditions (3) et (4), Rangaswamy et Shell (1997) soulignent que les négociateurs qui utilisent un système d'aide à la décision de groupe obtiennent un avantage non négligeable sur ceux qui utilisent uniquement un système d'aide à la décision individuelle car, en communiquant de manière électronique, ils parviennent beaucoup plus rapidement à un accord. Cette première étude souligne les avantages offerts par l'utilisation simultanée de systèmes d'aide à la décision individuelle et d'un canal de communication électronique dans la conduite d'un processus de négociation.

Le deuxième système INSPIRE propose également aux négociateurs d'uti-

liser un système d'aide à la décision individuelle basé sur la théorie multi-attributs. Pour évaluer les avantages du système INSPIRE dans un contexte inter culturel, 281 négociations bilatérales portant sur quatre dimensions ont été conduites par des cadres, des ingénieurs et des étudiants originaires d'une cinquantaine de pays différents (Kersten et Noronha, 1999). Les communications entre les négociateurs se font uniquement en langue anglaise pour qu'aucun d'entre eux ne connaisse la nationalité de son opposant. Dans ce cadre, l'étude expérimentale de Kersten et Noronha (1999) montre que les individus, quelle que soit leur nationalité, ont un niveau de satisfaction élevé lorsqu'ils utilisent le système INSPIRE pour négocier. Par ailleurs, leur étude met en évidence certains aspects de conception auxquels des négociateurs de cultures différentes n'accordent pas la même importance. Par exemple, contrairement aux indiens, les américains accordent une grande importance à la communication avec l'autre parti. Les finlandais ne sont pas prêts à modifier un accord inefficace, alors que les américains y sont en grande majorité favorables. Les américains ont le plus de difficulté à comprendre le comportement de leur opposant qu'ils perçoivent le plus souvent comme honnête. La prise en compte de ces différents aspects pour personnaliser l'interface d'un négociateur en fonction de sa culture pourrait faciliter l'adoption d'un service de négociation interactif sur l'Internet (Vetschera *et al.*, 2001). Les résultats expérimentaux que nous venons de décrire montrent qu'un service de négociation interactif pourrait être proposé sur l'Internet car il offre des avantages cer-

tains dans la conduite et la résolution d'un processus de négociation.

11.2.2.2. *Service de médiation*

Un service de médiation ou d'arbitrage permet d'aider des individus à conclure un accord efficace dans une négociation. Ce type de service peut être utilisé soit pour suggérer aux négociateurs un résultat plus efficace à la fin d'une négociation distributive, soit pour déterminer la solution optimale d'une négociation intégrative (Qarke *et al.*, 1987). Dans les deux cas, le choix de l'un des résultats suggérés par le service de médiation reste soumis à l'approbation de tous les partis et ces derniers gardent donc un entier contrôle sur l'accord conclu lors d'une négociation. Un service de médiation est basé sur une procédure d'arbitrage (Eliashberg, 1986). A partir d'informations privées sur chacun des partis impliqués (préférences, intérêts, etc.), cette procédure détermine tout d'abord l'ensemble des solutions Pareto optimales (i.e., la frontière d'efficacité ou la courbe des contrats) du problème de négociation considéré puis, à partir de certains critères, sélectionne l'une d'entre elles. Dans les systèmes d'aide à la décision de groupe existants, la théorie des jeux coopératifs est la plus utilisée (Nash, 1950). Elle permet de sélectionner, à partir de certains axiomes, un accord appartenant à la frontière d'efficacité. A la fin d'une négociation distributive, lorsque l'accord conclu n'est pas efficace, les systèmes d'aide à la décision de groupe tels que NEGOTIATION ASSISTANT (Rangaswamy et Shell, 1997) et INSPIRE (Kersten et Noronha, 1999) déter-

minent la solution de Nash et proposent aux individus de l'adopter comme nouvel accord de la négociation.

III. LES SYSTÈMES MULTI-AGENTS

Dans le futur, des acheteurs et des vendeurs pourront commercer sur l'Internet par l'intermédiaire d'entités virtuelles qui négocieront en leur nom les termes d'une transaction (Deveaux et Paraschiv, 2003). Dans ce contexte, les transactions électroniques deviendront plus flexibles et plus complexes. En effet, les interactions entre les acheteurs et les vendeurs sur le réseau ne se limiteront plus à un simple processus d'acceptation/rejet de requêtes mais évolueront vers un processus de communication et de négociation. Sur l'Internet, de nouveaux marchés composés entièrement ou partiellement d'agents' apparaîtront. Sur ces marchés, les agents négocieront le prix et/ou les caractéristiques (qualité, délai de livraison, etc.) de différents produits (biens ou services) pour le compte de leur utilisateur. Comme les agents sont basés sur un principe de délégation de pouvoir, il ne sera pas nécessaire qu'un individu ait des connaissances préalables dans la conduite d'une négociation pour les utiliser. Ainsi, contrairement aux systèmes d'aide à la négociation, les applications potentielles des agents de négociation ne se limiteront donc pas uniquement au commerce inter-entre-

prises mais concerneront également le commerce entreprises-consommateurs (Benyoucef *et al.*, 2001).

La conception d'agents de négociation pose deux questions de recherche principales : le choix du protocole de communication permettant à différents agents d'interagir et la définition de leur processus de décision. De nos jours, le premier problème est largement étudié (Rosenschein et Zlotkin, 1994 ; Strobel, 2001) car la mise en oeuvre effective de ces marchés d'agents passera par la standardisation des langages de communication, des protocoles de communication, de l'ontologie des produits (i.e., une description non ambiguë des produits) et des infrastructures du marché. Actuellement, de nombreuses recherches sont réalisées sur ces différents points par des organismes institutionnels comme la *Foundation for Intelligent Physical Agents* [www.fipa.org], l'*Object Management Group* [www.omg.org] ou l'organisme *CommerceNet* [www.commerce.net]. Ainsi, des résultats concernant la - standardisation sont susceptibles d'apparaître à court terme. Le second problème, la conception du modèle de raisonnement des agents de négociation, est plus ouvert. En effet, comparé à son importance, encore peu de recherches ont été entreprises. Le modèle de raisonnement d'un agent de négociation définit le processus de décision (ou la stratégie de négociation) que ce dernier doit suivre de manière à satisfaire au mieux les intérêts de son utilisateur. Dans la littérature sur le

5 Un agent électronique peut être définie comme une entité logicielle capable d'agir de manière autonome dans le but d'accomplir un certain nombre de tâches au nom de son utilisateur et en fonction de ses intérêts (Deveaux et Paraschiv, 2003).

commerce électronique, deux approches sont envisagées pour déterminer la stratégie de négociation d'un agent. La première approche que nous qualifions «d'approche à rationalité forte» est une approche basée sur la théorie des jeux non coopératifs. L'utilisation de cette approche théorique peut permettre à des agents de négociation d'aboutir directement, sans communication explicite, à un accord (Kraus, 1997; Binmore et Vulkan, 1999). Bien que séduisante, l'application de la théorie des jeux non coopératifs repose sur un ensemble d'hypothèses restrictives susceptibles de limiter son utilisation dans le cadre du commerce électronique. La seconde approche que nous qualifions «d'approche à rationalité limitée » est une approche basée sur un corpus théorique plus hétérogène. En ayant recours à des modèles et des techniques extrêmement diverses (heuristiques de négociation (Faratin *et al.*, 1998 ; Liang et Doong, 2000), techniques d'apprentissage (Zeng et Sycara, 1998; Matos *et al.*, 1998), cette approche se veut plus pragmatique et plus souple pour concevoir le processus de décision d'un agent de négociation.

III.1. Pourquoi utiliser un agent dans une négociation ?

Par rapport aux systèmes d'aide à la négociation qui permettent de conduire des négociations directes⁶, les agents de négociation permettent de conduire des négociations représenta-

tives. Dans ce cadre, les agents de négociation sont susceptibles d'offrir des avantages quelque peu différents de ceux offerts par les systèmes d'aide à la négociation. En particulier, en déléguant son pouvoir de négociation à un agent, un individu bénéficie de ses compétences et d'un détachement dans la conduite d'un processus de négociation.

- *Expertise* : Un individu est susceptible de déléguer son pouvoir de décision à un agent car ce dernier possède un ensemble de compétences pouvant lui permettre de défendre ses intérêts tout en facilitant la conclusion d'un accord (Rubin et Sander, 1988). Sur l'Internet, les compétences d'un agent de négociation peuvent être de différentes natures. Tout d'abord, un agent peut connaître d'avantage le contexte dans lequel une négociation va se dérouler que son utilisateur. Par exemple, une négociation commerciale sur l'Internet peut être astreinte à suivre des règles juridiques différentes selon la nationalité des négociateurs. Dans ce cadre, la conclusion d'un contrat commercial entre deux partis peut être facilitée s'ils utilisent tous les deux des agents car ces derniers auront certainement une connaissance plus approfondie des règles juridiques qui gouverneront la transaction. Par rapport à un être humain, un agent électronique peut également avoir un degré d'expertise plus important dans la

⁶ Dans une négociation directe, les partis communiquent directement entre eux, ils prennent eux-mêmes leurs décisions en ne bénéficiant éventuellement que d'une simple aide. Dans une négociation représentative, le pouvoir de décision d'un individu est transféré à un agent, dans notre cadre un agent électronique, qui va conduire en son nom la négociation.

conduite d'un processus de négociation. Contrairement aux individus dont le processus de décision est contraint par certains biais cognitifs, les agents de négociation seront dotés d'une rationalité plus forte leur permettant d'améliorer l'efficacité et l'efficience d'une négociation. En utilisant un agent électronique, un individu peut donc bénéficier d'un ensemble de compétences susceptibles de lui permettre d'obtenir de meilleurs accords dans des négociations relativement complexes.

- *Détachement* : Le deuxième avantage offert par un agent de négociation est un détachement dans la conduite d'une négociation. En effet, ... *many of us don't like to negotiate as we see negotiation as a stressful confrontation* - (Starke et Rangaswamy, 2000, p. 12). Dans ce cadre, les agents peuvent pallier la réticence des individus à négocier car ils leur permettent d'interagir indirectement. Les agents peuvent également diminuer fortement les coûts d'opportunité associés à la conduite d'une négociation (Goh *et al.*, 2000). En effet, hormis pour une phase de paramétrage de son agent, un individu n'a pas à intervenir ultérieurement dans la conduite d'une négociation et il peut donc bénéficier de gains de temps non négligeables.

M.2. Les limites d'un processus de décision basé sur une rationalité forte

Les premiers systèmes multi-agents qui ont été développés correspondent à des marchés fermés' sur lesquels des agents de négociation doivent se coordonner pour exécuter une tâche ou se partager une ressource limitée (Rosenschein et Zlotkin, 1994). Dans ces systèmes, les agents sont supposés « bienveillants », et les accords sont déterminés en utilisant la théorie des jeux coopératifs. Ce mode de détermination de l'équilibre ne peut pas être retenu pour concevoir des agents de négociation commerçants évoluant sur des marchés ouverts. En effet, la plupart des négociations commerciales sont de nature distributive (i.e., chaque parti cherche uniquement à maximiser ses propres intérêts) et les accords devront donc être exécutés par les agents eux-mêmes car ils y ont intérêt. Dans ce contexte, une négociation peut être assimilée à une situation d'interdépendance stratégique dont le résultat va dépendre uniquement de l'interaction entre les agents. Pour prendre en compte cet aspect, certains chercheurs ont donc proposé d'utiliser la théorie des jeux non coopératifs pour déterminer la stratégie de négociation des agents (Kraus, 1997 ; Binmore et Vulkan, 1999). En utilisant la théorie des jeux non coopératifs, un agent de négociation doit être capable de détermi-

7. Un marché fermé peut être défini comme un marché sur lequel il est possible d'imposer a priori aux agents une règle de partage. Sur ce type de marché, les agents sont conçus par les mêmes informaticiens et leur objectif est d'atteindre un but commun. Par exemple, au sein d'une entreprise, des agents peuvent négocier les apports de différents services pour réaliser un projet commun (Rosenschein et Zlotkin, 1994). Sur un marché ouvert, il n'est pas possible d'imposer a priori aux agents une règle de partage et les agents doivent donc interagir réellement. Sur ce type de marché, les agents peuvent être conçus par différents informaticiens et leur objectif est uniquement de maximiser les intérêts de leur utilisateur. Comme la plupart des négociations commerciales sont des négociations distributives, les systèmes multi-agents à vocation commerciale seront des marchés ouverts.

ner, dans le cadre d'un protocole de négociation donné, sa stratégie optimale compte tenu de la stratégie optimale de son opposant. Tout comme la théorie des jeux coopératifs, l'approche non coopérative peut permettre à des agents de se coordonner immédiatement, sans communication explicite, sur un équilibre (Binmore et Vulkan, 1999; p. 4). En effet, en utilisant l'un des différents concepts d'équilibre de la théorie des jeux non coopératifs, un agent peut déterminer sa stratégie optimale en sachant que son opposant fait de même. Comme les deux agents peuvent parfaitement prédire leurs décisions mutuelles, ils n'ont pas besoin de communiquer et se coordonnent immédiatement sur un équilibre de Nash (Kraus *et al.*, 1995). Bien que séduisante, cette approche a certaines limites susceptibles de restreindre son utilisation dans des applications opérationnelles à vocation commerciale.

La théorie des jeux est une approche « symétriquement prescriptive » (Raiffa, 1982, p. 21]. Elle cherche à prédire l'équilibre d'une situation d'interdépendance stratégique entre des joueurs parfaitement rationnels. Pour concevoir le processus de décision d'agents de négociation à vocation commerciale, la théorie des jeux non coopératifs présente trois limites principales : l'hypothèse de connaissance commune, le problème de la multiplicité des équilibres et le problème de la calculabilité des stratégies.

- *L'hypothèse de connaissance commune* : Les modèles de théorie des jeux supposent que la rationalité substantive (Simon, 1982), ainsi que l'ensemble des données du jeu,

sont connaissances communes (Aumarin, 1976) de tous les joueurs. Pour déterminer sa stratégie, chaque joueur maximise son utilité (ou son utilité espérée) en sachant que son opposant fait de même, en sachant que son opposant sait qu'il fait de même, etc. ad infinitum. La connaissance commune des données du jeu implique que les joueurs connaissent l'identité de leurs opposants, leurs ensembles de décision et leurs caractéristiques (par exemple leur fonction d'utilité et/ou leur facteur d'escompte). Dans la pratique, l'hypothèse de connaissance commune de la rationalité et l'hypothèse de connaissance commune de l'ensemble des données du jeu sont extrêmement restrictives. Premièrement, un agent évoluant sur un marché ouvert ne va pas nécessairement rencontrer des opposants qui suivent le même modèle décisionnel que lui. Dans ce contexte, si un agent agit de manière rationnelle en pensant que son opposant fait de même, alors que celui-ci ne se comporte pas d'une manière aussi sophistiquée, la théorie des jeux n'est pas applicable. Deuxièmement, tous les éléments d'un jeu de négociation peuvent rarement être supposés connaissances communes. En effet, si certains éléments d'un jeu de négociation peuvent être considérés comme connaissances communes (par exemple le protocole de négociation), d'autres ne le peuvent pas (par exemple l'ensemble des caractéristiques d'un joueur).

- *Le problème de la multiplicité des équilibres* : Dans une négociation

commerciale, de nombreuses caractéristiques des agents seront des informations privées. Dans le cadre d'un jeu en information incomplète, il existe fréquemment plus d'un équilibre. Les théoriciens des jeux ont donc développé des raffinements de l'équilibre bayésien parfait pour obtenir l'unicité de l'équilibre dans un jeu non coopératif. Néanmoins, il est souvent extrêmement difficile de choisir a priori l'un des raffinements proposés (Sebenius, 1992). Par ailleurs, ces raffinements peuvent être critiquables car ils conduisent également à des incohérences avec le principe de récurrence à rebours utilisé pour déterminer la stratégie optimale d'un joueur (Munier et Rullière, 1993).

- *La calculabilité des stratégies* : En théorie des jeux, la détermination de la stratégie d'un joueur dépend de manière fondamentale des règles d'interaction (i.e., les règles du jeu) et de l'information dont il dispose sur ses opposants (i.e., jeu en information complète ou jeu en information incomplète). Une négociation commerciale entre agents sur l'Internet pouvant se dérouler avec de nombreuses incertitudes mutuelles et dans le cadre du protocole de négociation complexe, la détermination de la stratégie d'un agent en utilisant la théorie des jeux devient incalculable. En effet, le problème est *np*-complexe et il n'existe pas de théorie permettant de le transformer en problème *p*-complexe (Parsons et Wooldridge, 2000, p. 8). De plus, même si ce problème de

complexité ne se posait pas, il subsiste le problème de la complexité associée à l'exécution de la stratégie de négociation elle-même. En effet, les données d'un problème de négociation sont rarement connues à l'avance et un agent doit donc pouvoir calculer, en temps réel, sa stratégie. Dans ce cadre, l'exécution d'une stratégie déterminée à l'aide de la théorie des jeux nécessite souvent un trop grand nombre de calculs pour être implémentée (Kraus, 1997). Pour pallier ces deux problèmes (problème de complexité associé à la détermination ou à l'exécution d'une stratégie déterminée à l'aide de la théorie des jeux), les agents de négociation devront donc être dotés d'une rationalité limitée (ou procédurale (Simon, 1982)). Cet argument renforce l'idée selon laquelle l'hypothèse de connaissance commune de la rationalité peut difficilement être retenue pour concevoir le processus de décision d'un agent.

III.3. Les approches basées sur une rationalité limitée

Les limites de la théorie des jeux non coopératifs que nous avons décrites dans le paragraphe précédent ont conduit un grand nombre de chercheurs à adopter des approches différentes pour programmer la stratégie de négociation d'un agent commerçant. En intelligence artificielle, les deux principales approches consistent à utiliser des heuristiques de négociation et/ou des techniques d'apprentissage.

111.3.1. *Agents utilisant des heuristiques de négociation*

Des études psychologiques ont montré que, dans une négociation, les individus prennent souvent leurs décisions en suivant une règle de comportement très simple (i.e., une heuristique) (Pruitt, 1981). Par exemple, les individus prennent leurs décisions de concession en fonction du temps qui s'est écoulé depuis le début de la négociation, ou en reproduisant le processus de décision de leur opposant. En s'inspirant des différentes heuristiques observées dans les négociations humaines, certains chercheurs en intelligence artificielle ont programmé le processus de décision d'un agent dans une négociation de manière similaire. De telles stratégies ont l'avantage de nécessiter un faible nombre de calculs pour être mises en oeuvre. L'utilisation d'heuristiques pose également deux inconvénients. Premièrement, si un agent utilise une heuristique de négociation inappropriée, son comportement pourra être éventuellement exploité par son opposant (Binmore et Vulkan, 1999 ; p. 3). Deuxièmement, comme un système multi-agents est un environnement complexe et incertain, le choix de la « meilleure », heuristique peut être une tâche extrêmement difficile.

Le marché Kasbah (Chavez et Maes, 1996) est le premier système multi-agents où la stratégie de négociation des agents a été programmée en utilisant des heuristiques. Ce système multi-agents a été développé au MIT. Un individu ou une entreprise qui désire vendre ou acquérir un bien peut déléguer son processus de décision à un agent pour le représenter sur le

marché Kasbah. Sur le marché, il existe des agents « vendeurs » et des agents « acheteurs », qui peuvent négocier de manière séquentielle et bilatérale le prix d'une transaction commerciale. Dans une négociation, le but de chaque agent est de parvenir à un accord acceptable en tenant compte de différentes contraintes spécifiées par leur utilisateur. Les contraintes spécifiées par l'utilisateur d'un agent Kasbah sont au nombre de quatre : (1) la durée maximale autorisée avant de quitter définitivement le marché ; (2) le prix initial à annoncer au début d'une négociation ; (3) le prix minimal ou maximal autorisé pour conclure un accord ; (4) une fonction qui spécifie l'évolution du prix acceptable au cours d'une négociation. Trois types de fonction peuvent être spécifiés par l'utilisateur pour déterminer cette quatrième contrainte : une fonction linéaire, une fonction quadratique ou une fonction cubique. Le choix de l'une des fonctions va déterminer la rapidité avec laquelle un agent acheteur et un agent vendeur vont respectivement augmenter ou diminuer leur prix acceptable au cours d'une négociation. Les utilisateurs peuvent contrôler et changer les différents paramètres de leur agent lorsqu'ils le souhaitent sans restriction. Sur le marché, lorsque deux agents sont parvenus à un accord, ils retournent voir leur utilisateur pour le valider. Si l'accord n'est pas validé, ils retournent sur le marché pour continuer à chercher d'autres partenaires de transaction. Dans leur étude, Chavez et Maes (1996) ont expérimenté l'utilisation du marché Kasbah auprès d'étudiants pour vendre des livres et des CD. Leur étude expérimentale souligne l'intérêt potentiel de consom-

mateurs pour un tel système. Elle met également en évidence le fait qu'un utilisateur serait prêt à déléguer une plus grande responsabilité à son agent en lui laissant le soin de choisir lui-même la stratégie de négociation à utiliser.

Le système multi-agents ADEPT (Advance Decision Environment for Process Tasks) (Faratin *et al.*, 1998) est un autre marché où le processus de décision d'agents de négociation est programmé à partir d'heuristiques. Ce système multi-agents a été développé conjointement par l'université Queen Mary at Westfield College et British Telecom. Contrairement au marché Kasbah sur lequel les agents utilisent uniquement des stratégies de négociation dépendantes du temps, les agents ADEPT peuvent utiliser un plus large éventail d'heuristiques dans des problèmes de négociation multidimensionnels. Pour générer une contre offre sur une dimension de la négociation, un agent peut utiliser une stratégie dépendante du temps, des ressources utilisées ou du comportement observé de l'opposant. Dans leur étude, Faratin *et al.* (1998) présentent un ensemble de simulations dans lesquelles les agents ADEPT utilisent l'une de ses stratégies pour négocier de manière bilatérale le prix d'un produit. Ces simulations montrent quelles stratégies de négociation sont les plus performantes compte tenu du comportement de l'opposant et des contraintes imposées par l'environnement. Nous présentons à présent brièvement quelques un des résultats obtenus. Dans un environnement où les deux agents disposent d'un grand nombre de périodes pour conclure un accord, une stratégie dé-

pendante du temps, avec un taux de concession décroissant ou linéaire, peut permettre à un agent d'obtenir l'accord le plus favorable. Néanmoins, cette performance se fait au détriment du nombre d'accords conclus. Dans un environnement où les deux agents disposent d'un faible nombre de périodes pour conclure un accord, une stratégie dépendante du temps, avec un taux de concession linéaire, peut permettre à un agent d'obtenir l'accord le plus favorable. Quel que soit l'environnement considéré, les stratégies dépendantes du comportement de l'opposant sont robustes car elles permettent toujours à un agent d'obtenir le même accord.

Plus récemment, un système multi-agents hybride a été proposé par Liang et Doong (2000). Dans leur étude, ces deux auteurs considèrent un marché sur lequel des consommateurs doivent négocier le prix d'un produit avec un agent vendeur implémenté sur un site marchand. Sur le marché, un consommateur peut être confronté à un agent vendeur doté de trois stratégies différentes. Ces stratégies spécifient le montant des concessions du vendeur au cours d'une négociation. La première stratégie commence avec une concession d'un montant élevé par rapport au prix **initial**, puis le montant des concessions diminue régulièrement au cours de la négociation. La deuxième stratégie commence avec une concession d'un montant faible par rapport au prix **initial**, puis le **montant** des concessions augmente régulièrement au cours de la négociation. La dernière stratégie diminue toujours le prix proposé du même montant. Liang et Doong (2000) présentent une

étude expérimentale dans laquelle ils ont confronté 105 étudiants à ces trois types de stratégie. Les résultats de cette étude soulignent que les individus, même s'ils ne réalisent aucun gain par rapport à un achat sur un site marchand utilisant une stratégie à prix fixe, préfèrent acheter sur un site marchand qui leur propose de négocier le prix de la transaction. Par ailleurs, la satisfaction des individus dépend de la stratégie de négociation employée par l'agent vendeur. Les individus ont une satisfaction plus élevée lorsqu'ils se trouvent confrontés à un agent vendeur utilisant la première stratégie. En effet, ils acceptent immédiatement le second prix qui leur est proposé car ils perçoivent la forte diminution du prix initial comme une « bonne affaire ». On peut noter que cette stratégie de négociation est celle qui offre aux individus le gain le plus faible (la deuxième stratégie permet aux individus d'obtenir un gain bien plus élevé). L'étude de Liang et Doong (2000) met en évidence l'avantage comparatif que pourrait obtenir un vendeur en implémentant un agent de négociation sur son site.

111.3.2. *Agents dotés de capacités d'apprentissage*

L'utilisation de techniques d'apprentissage a pour objectif d'améliorer la stratégie de négociation d'un agent au cours d'une interaction ou lors de son existence sur le marché. Au cours d'une interaction, les agents présents sur le marché Bazaar (Zeng et Sycara, 1998) utilisent un algorithme basé sur le théorème de Bayes pour apprendre la valeur de réservation de leur opposant sur chacune des dimensions d'une

négociation. En utilisant l'exemple d'une négociation portant sur le prix d'un produit, Zeng et Sycara (1998) montrent comment un agent peut déterminer ses propositions au cours d'une interaction en révisant ses croyances sur la valeur de réservation de son opposant. Dans une étude expérimentale, ces deux auteurs comparent trois types de situation : (1) dans une négociation, les deux agents utilisent l'algorithme pour apprendre la valeur de réservation de leur opposant ; (2) dans une négociation, seul l'un des agents utilise l'algorithme d'apprentissage ; (3) dans une négociation, aucun des deux agents n'utilise l'algorithme d'apprentissage. Dans la configuration (3), les agents arrivent à conclure plus rapidement un accord que dans les deux autres configurations. Par ailleurs, dans une situation asymétrique (configuration (2)), l'agent doté d'une capacité d'apprentissage arrive à obtenir un gain significativement plus élevé que son opposant. Malgré ces deux résultats, l'utilisation de cet algorithme d'apprentissage bayésien présente plusieurs inconvénients. Premièrement, la performance de l'algorithme dépend en grande partie de l'importance de la zone d'accord. Deuxièmement, au cours d'une négociation, l'agent fixe de manière arbitraire la vraisemblance des événements nécessaires à la révision de ses croyances.

Pour améliorer le choix des heuristiques des agents ADEPT au cours de leur activité, Matos *et al.* (1998) ont étendu le travail de Faratin *et al.* (1998). Ils ont implémenté un algorithme génétique dans les agents ADEPT de manière à ce qu'ils puissent apprendre les règles de comportement

qui leur permettent d'obtenir les meilleurs accords. Dans le contexte d'une négociation, l'algorithme génétique (cet algorithme est basé sur un principe d'évolution Darwinienne) fonctionne de la manière suivante : un agent débute avec un ensemble de stratégies de négociation générées de manière aléatoire (une stratégie est un « chromosome ») et l'ensemble des chromosomes forment une « génération »; il utilise ensuite au moins une fois chacune d'entre elles dans une négociation avec un autre agent ; après avoir évalué une génération, l'agent transforme les stratégies qui la composent pour construire une nouvelle génération ; un processus identique se poursuit à la fin de la seconde génération et ainsi de suite de génération en génération (Matos *et al.*, 1998). Dans une négociation, l'avantage principal d'une telle technique d'apprentissage est qu'elle ne nécessite aucune hypothèse sur le comportement de l'autre parti ou sur l'information dont il dispose pour prendre ses décisions. Son inconvénient majeur est le grand nombre de négociations qu'un agent doit effectuer avant de pouvoir commencer à apprendre (Beam et Segev, 1997).

L'étude de Matos *et al.* (1998) permet de montrer l'évolution des heuristiques utilisées par les agents lorsqu'ils se trouvent confrontés à différents types d'opposant. Nous présentons à présent brièvement quelques un des résultats obtenus. Dans le cadre d'un marché

homogène (i.e., les agents utilisent uniquement des stratégies de négociation appartenant à la même famille"), les agents qui utilisent une famille de stratégies dépendantes des ressources disponibles obtiennent les meilleures performances. En effet, ces agents arrivent à faire évoluer leur comportement de manière plus flexible que leurs opposants. Dans le cadre d'un marché hétérogène (i.e., les agents peuvent utiliser des stratégies de négociation appartenant à des familles différentes), les agents ont un comportement de négociation plus robuste car ils peuvent s'adapter facilement à différentes configurations de négociation. Dans ce cadre, quel que soit le délai qui leur est imposé ou les opposants rencontrés, les agents arrivent à obtenir des résultats moyens identiques. Oliver (1997) a également utilisé un algorithme génétique pour apprendre à des agents à négocier entre eux. Dans son étude, il a montré que deux agents, après avoir effectué un nombre d'interactions au moins égale à 400, avaient amélioré significativement leur gain individuel et l'efficacité d'une négociation. Oliver (1997) a également comparé les performances respectives d'un agent utilisant un algorithme génétique et d'un individu dans une négociation identique. Pour ce faire, il a considéré la même négociation multidimensionnelle que celle utilisée par Rangaswamy et Shell (1995) pour évaluer les avantages d'un service de négociation interactif. Son étude expérimentale montre qu'un agent obtient

R Dans l'étude de Matos *et al.* (1998), une famille de stratégies peut être composée, soit d'heuristiques dépendantes du temps, soit d'heuristiques dépendantes des ressources disponibles ou, soit d'heuristiques dépendantes du comportement observé de l'opposant.

des résultats légèrement inférieurs à ceux obtenus par des individus bénéficiant d'un système d'aide à la négociation. En moyenne, les accords obtenus par un agent sont moins efficaces que ceux obtenus par des individus.

IV CONCLUSION

Les perspectives de croissance du commerce électronique étant relativement importantes, différents systèmes **d'information permettant d'automatiser partiellement (systèmes d'aide à la négociation) ou totalement (systèmes multi-agents) une négociation commerciale** seront de plus en plus utilisés sur l'Internet. Les systèmes d'aide à la négociation nécessitent un ensemble de connaissances a priori et un investissement personnel relativement important pour être utilisés. Leur domaine d'application principal est donc **logiquement le commerce inter-entreprises.** Les systèmes d'aide à la négociation permettent de pallier certains biais cognitifs auxquels sont assujettis les individus dans un processus de négociation (**problème d'affinité, excès de confiance, effets de contexte, etc.**). Ils contribuent ainsi à améliorer l'efficacité et l'efficacité d'une négociation commerciale relativement complexe. Leur conception est basée sur un corpus théorique relativement vaste (théorie de la décision, intelligence artificielle, économie, théorie comportementale, etc.) qui contribue à enrichir leur mode de fonctionnement. Les systèmes d'aide à la négociation proposent différents services à des négociateurs professionnels dans les trois étapes les plus importantes d'une négociation : **préparation (système d'aide**

à la décision individuelle), **conduite de la négociation (service de négociation interactif) et évaluation a posteriori (service de médiation).**

A l'inverse des systèmes d'aide à la négociation, les systèmes multi-agents permettent d'automatiser complètement une négociation commerciale. Pour l'instant, la conception d'agents de négociation relève encore du stade de la recherche et leur application concrète n'interviendra certainement pas avant quelques années. Néanmoins, il n'y a aujourd'hui aucun doute sur le fait que ces agents, s'ils sont bien conçus, pourront être forts utiles à des négociateurs. En effet, les agents peuvent leur permettre d'économiser le temps nécessaire à une négociation tout en augmentant leur capacité décisionnelle. En étant basés sur un principe de délégation de pouvoir, les systèmes multi-agents peuvent être utilisés dans le cadre du commerce inter-entreprises et du commerce entreprises-consommateurs. Avant de pouvoir répondre efficacement aux attentes de négociateurs, un certain nombre de problèmes techniques et théoriques devront néanmoins être résolus. L'un de ces principaux problèmes a été abordé dans cet article, à savoir la conception du processus de décision d'un agent dans une négociation sur un marché Internet. Dans ce cadre, nous avons souligné les limites restrictives, susceptibles de limiter son utilisation dans le cadre de négociations commerciales entre agents sur l'Internet, d'une approche basée sur la théorie des jeux non coopératifs. Dans la pratique, les agents de négociation ne seront donc pas programmés avec une rationalité substantive mais avec

une rationalité limitée. Dans un proche avenir, les applications opérationnelles seront basées sur des approches hybrides combinant l'utilisation d'heuristiques et différentes techniques d'apprentissage (Deveaux *et al.*, 2001).

BIBLIOGRAPHIE

Aumann, R. (1976), Agreeing to Disagree *The Annals of Statistics*, Vol. 4, pp. 1236-1238.

Arndt, J. (1979), - **Toward a Concept of Domesticated Markets** *Journal of Marketing*, Vol. 43, n° 3, pp. 69-75.

Bazerman, M.H., Magliozzi, T. et Neale, M.A. (1985), Integrative Bargaining in a Competitive Market *Organizational Behavior and Human Performance*, Vol. 34, pp. 294-313.

Bazerman, M.H. et Neale, M.A. (1991), Negotiator Rationality and Negotiator Cognition : The Interactive Roles of Prescriptive and Descriptive Research ,, in *Negotiation Analysis*, Young H.P. (Ed.), The University of Michigan Press, Ann Arbor, pp. 109-130.

Beam, C. et Segev, A. (1997), ,, Automated Negotiations : A Survey of the State of the Art *Die Wirtschaftsinformatik*, Vol. 39, n° 3, pp. 263-268.

Benyoucef, M., Alj, H., Vezeau, M. et Keller, R. (2001), Combined Negotiations in E-commerce : Concepts and Architecture *Electronic Commerce Research Journal*, Vol. 1, n° 3, pp. 277-299.

Binmore, K. et Vulkan, N. (1999), ,, Applying Game Theory to Automated Negotiation *Netnomics*, Vol. 1, n° 1, pp. 1-9.

Camerer, C.F. (1997), Progress in Behavioral Game Theory ,, *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 11, n° 4, pp. 167-188.

Chavez, A. et Maes, P. (1996), ,, Kasbah : An Agent Marketplace for Buying and Sel-

ling Goods *Proceedings of the First International Conference on the Practical Application of Intelligent Agents and Multi-Agent Technology*, London, UK.

Cortese, A.E. et Stepanek, M. (1998), « E-Commerce : Good-bye to Fixed Pricing? *Business Week*, pp. 71-80.

Deveaux, L., Paraschiv, P. et Latourrette, M. (2001), Bargaining on an Internet Agent-based Market : Behavioral vs. Optimizing Agents -, *Electronic Commerce Research Journal*, Vol. 1, n° 4, pp. 371-401.

Deveaux, L. (2003), ,, Les enchères en ligne *Revue Française du Marketing*, n° 191, pp. 63-80.

Deveaux, L. et Paraschiv, P. (2003), «, Le rôle des agents intelligents sur l'Internet: Révolution ou évolution commerciale ? *Revue Française de Gestion*, à paraître.

Eliashberg, J. (1986), ,, Arbitrating a Dispute : A Decision Analytic Approach *Management Science*, Vol. 32, n° 8, pp. 963-974.

Evans, K.R. et Beltramini, R.F. (1987), A Theoretical Model of Consumer Negotiated Pricing ,, *Journal of Marketing*, Vol. 51, n° 1, pp. 58-73.

Faratin, P., Sierra, C. et Jennings, N.R. (1998), ,, Negotiation Decision Functions for Autonomous Agents *International Journal of Robotics and Autonomous Systems*, Vol. 24, n° 3-4, pp. 159-182.

Foroughi, A. (1995), -A Survey of the Use of Computer Support for Negotiation,, *Journal of Applied Business Research*, Vol. 11, n° 4, pp. 121-134.

Fisher, R. et Ury, W. (1983), *Getting to Yes : Negotiation Agreement Without Giving In*, Houghton Mifflin, Boston.

Gulliver, P.H. (1979), *Dispute and Negotiation : A Cross-Cultural Perspective*, Academic Press, New York.

Harsanyi, J.C. (1977), *Rational Behavior and Bargaining Equilibrium in Games and Social Situations*, Cambridge University Press, Cambridge.

- Jarke, M., Jelassi, M.T. et Shakun, M.F. (1987), ,, **MEDIATOR : Toward a Negotiation Support System** *European Journal of Operation Research*, Vol. 31, pp. 314-334.
- Jelassi, M.T. et Fogoughi, A. (1989), **Negotiation Support Systems : An Overview of Design Issues and Existing Software** *Decision Support Systems*, Vol. 5, no 2, pp. 167-181.
- Kahneman, D. et Tversky, A. (1979), - Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk** *Econometrica*, Vol. 47, no 2, pp. 228-237.
- Keeney, R.L. et Raiffa, H. (1991), '**Structuring and Analyzing Values for Multiple-Issue Negotiation** ,, in *Negotiation Analysis*, Young H.P. (Ed.), The University of Michigan Press, Ann Arbor, pp. 131-151.
- Kersten, G.E., Michalowski, W., Szpakowicz, S. et Koperczak, Z. (1991), ,, Restructurable Representations of Negotiation,,** *Management Science*, Vol. 37, no 10, pp. 1269-1290.
- Kersten, G.E. (1993), , **Negotiation Support : Development of Representation and Reasoning** *Theory and Decision*, Vol. 34, no 3, pp. 293-311.
- Kersten, G.E. et Noronha, S.J. (1999), - **Negotiation via the World Wide Web : a Cross-cultural Study of Decision Making** ,, *Group Decision and Negotiation*, Vol. 8, no 2, pp. 251-279.
- Kersten, G.E., Noronha, S.J. et Teich, J. (2000), **Are All E-commerce Negotiations Auctions ?** *Proceedings of the Fourth International Conference on the Design of Cooperative Systems*, Sophia-Antipolis, France.
- Kilgour, D.M., Fang, L. et Hipel, K.W. (1990), , **A Decision Support System for the Graph Model of Conflicts** *Theory and Decision*, Vol. 28, no 3, pp. 289-311.
- Kraus, S., Wilkenfeld, J. et Zlotkin, G. (1995), ,, **Multiagent Negotiation under Time Constraint,,** *Artificial Intelligence*, Vol. 75, no 2, pp. 297-345.
- Kraus, S. (1997), Negotiation and Cooperation in Multi-agent Environments** *Artificial Intelligence*, Vol. 94, no 1-2, pp. 79-98.
- Liang, T.-P. et Doong, H.-S. (2000), ,, **Effect of Bargaining in Electronic Commerce** *International journal of Electronic commerce*, Vol. 4, no 3, pp. 23-43.
- Matos, N., Sierra, C. et Jennings, N.R. (1998), <, **Determining Successful Negotiation Strategies : An Evolutionary Approach** *Proceedings of the Third International Conference on Multi-agent Systems*, Paris, France.
- Mumpower, J.L. (1991), , The judgment Policies of Negotiators and the Structure of Negotiation Problems** *Management Science*, Vol. 37, no 10, pp. 1304-1324.
- Munier, B. et Rullière, J.L. (1993), ,, **Are Game Theoretic Concept Suitable Negotiation Support Tools? From Nash Equilibrium Refinements toward a Cognitive Concept of Rationality** *Theory and Decision*, Vol. 34, pp. 235-254.
- Nash, J.F. (1950), - **The Bargaining Problem,,** *Econometrica*, Vol. 18, pp. 155-162.
- Nash, J.F. (1953), ,, **Two Person Cooperative Games** *Econometrica*, Vol. 21, pp. 128-140.
- Neale, M.A. et Bazerman, M.H. (1985), The Effects of Framing and Negotiator Overconfidence on Bargaining Behaviors and Outcomes** *Academy of Management Journal*, Vol. 28, no 1, pp. 34-49.
- Neale, M.A., Huber, V.L. et Northcraft, G.B. (1987), -The Framing of Negotiations : Contextual versus Task Frames ...** *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, Vol. 39, pp. 228-241.
- Nunamaker, J.F., Dennis, A.R., Valacich, J.S. et Vogel, D.R. (1991), - Information Technology for Negotiating Groups : Generating Options for Mutual Gain** *Management Science*, Vol. 37, no 10, pp. 1325-1345.

Oliver, J.R. (1997), „ A Machine Learning Approach to Automated Negotiation and Prospects for Electronic Commerce *Journal of Management Information Systems*, Vol. 13, no 3, pp. 83-112.

Parson, S. et Wooldridge, M.J. (2000), „ Game Theoretic and Decision Theoretic Agents *The Knowledge Engineering Review*, Vol. 15, no 2, pp. 181-185.

Pruitt, D.G. (1981), *Negotiation Behavior*, Academic Press, New York.

Raiffa, H. (1982), *The Art and the Science of Negotiation*, Harvard University Press, Cambridge.

Rangaswamy, A. et Shell, G.R. (1997), Using Computer to Realize joint Gains in Negotiations : Toward an -Electronic Bargaining Table „ *Management Science*, Vol. 43, no 8, pp. 1147-1163.

Rosenschein, J.S. et Zlotkin, G. (1994), *Designing Conventions for Automated Negotiation among Computers*, The MIT Press, Cambridge.

Rubin, J.Z. et Sander, F.E. (1988), „ When Should We Use Agents ? Direct vs. Representative Negotiation *Negotiation journal*, Vol. 4, pp. 395-401.

Sandholm, T. et Lesser, V. (1995), „ issues in Automated Negotiation and Electronic Commerce : **Extending the Contract Net Protocol** *Proceedings of the first International Conference on Multiagent Systems*, San Francisco, California.

Sebenius, J.K. (1992), „ Negotiation Analysis : A Characterization and Review *Management Science*, Vol. 38, no 1, pp. 18-38.

Simon, H. (1982), *Models of Bounded Rationality*, MIT Press, Cambridge.

Starke, K. et Rangaswamy, A. (2000), „ Computer-mediated Negotiations : Review and Research Opportunities *Working Paper, Pennsylvania State University, School of Information Sciences and Technology*.

Strobel, M. (2001), « **Design of Roles and Protocols for Electronic Negotiations** *Electronic Commerce Research journal*, Vol. 1, no 3, pp. 335-353.

Sycara, K.P. (1991), **Problem Restructuring in Negotiation** *Management Science*, Vol. 37, no 10, pp. 1248-1268.

Tsvetovatyy, M., Gini, M., Mobasher, B. et Wieckowski, Z. (1997), „ **MAGMA : An agent-based virtual marketplace for electronic commerce** ^, *Applied Artificial Intelligence*, Vol. 11, no 6, pp. 501-524.

Vetschera, R., Kersten, G. et Koszegi, S. (2001), **Determinants of User Attitudes towards Web-based Negotiation Support Systems : An Exploratory Analysis** *Working Paper*, University of Vienna, Austria.

Walton, R.E. et McKersie, R.B. (1965), *A Behavioral Theory of Labor Relations*, McGraw-Hill Book Company, New York.

West, P.M., Ariely, D., Bellman, E., Huber, J., Johnson, E., Kahn, B., Little, J. et Schkade, D. (1999), „ Agent to the Rescue? *Marketing Letters*, Vol. 10, no 3, pp. 285-300.

Zeng, D. et Sycara, K. (1998), „ Bayesian Learning in Negotiation *International Journal of Human-Computer Studies*, Vol. 48, pp. 125-141.