HAL
open science

Modèle de négociation collaborative basé sur la relation interpersonnelle de dominance

Lydia Ould Ouali

To cite this version:

Lydia Ould Ouali. Modèle de négociation collaborative basé sur la relation interpersonnelle de dominance. Intelligence artificielle [cs.AI]. Université Paris Saclay (COmUE), 2018. Français. NNT : 2018SACLS470 . tel-02097087

HAL Id: tel-02097087

https://theses.hal.science/tel-02097087

Submitted on 11 Apr 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

université PARIS-SACLAY

NNT : 2018SACLS470

Thèse de doctorat

UNIVERSITÉ PARIS SUD
Comprendre le monde, construire l'avenir

Modèle de négociation collaborative basé sur la relation interpersonnelle de dominance

Thèse de doctorat de l'Université Paris-Saclay
préparée à l'Université Paris-Sud

École doctorale n°580 Ecole doctorale des Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication (ED STIC)
Spécialité de doctorat : Informatique

Thèse présentée et soutenue à Orsay, le 12 Novembre 2018, par

Lydia Ould Ouali

Composition du Jury :

Sophie Rosset Directrice de recherche CNRS, Université Paris-Sud (– LIMSI)	Présidente
Catherine Pelachaud DR CNRS, Université Pierre-et-Marie-Curie (– ISIR)	Rapporteur
Alexandre Pauchet HDR, INSA de Rouen, (– LITIS)	Rapporteur
Sylvie Pesty Professeur, Université Grenoble Alpes (– LIG)	Examinatrice
Nicolas Sabouret Professeur, CNRS, Université Paris-Sud (– LIMSI)	Directeur de thèse
Charles Rich Professeur, Worcester Polytechnic Institute (– CS)	Encadrant de thèse
Candace Sidner Professeur, Worcester Polytechnic Institute (– CS)	Invitée

1

REMERCIEMENTS

> L'évolution n'est pas une simple éclosion sans peine et sans lutte, comme celle de la vie organique, mais le travail dur et forcé sur soi même.
>
> — *Friedrich Hegel*

Nombreux les doctorants qui m'ont prévenus que la thèse ne serait pas un simple projet sur lequel on pouvait avancer facilement. 4 ans après je les rejoins, la thèse est un projet tumultueux d'où on en sort grandit professionnellement et humainement.

Pour cela je tiens à remercier les personnes qui m'ont aidé tout au long de ce parcours.

Tout d'abord je voudrais remercier Catherine Pelachaud et Alexande Pauchert d'avoir accepté de relire cette thèse et d'en être rapporteurs. Leurs lectures attentives et de leurs remarques précieuses ont beaucoup participé à l'amélioration du manuscrit. Je tiens à remercier Sophie Rosset d'avoir accepté d'être présidente du jury. Je remercie également tous les membres du jury, Sylvie Pesty, d'avoir accepté d'assister à la présentation de ce travail, particulièrement Candace Sidner qui s'est déplacée depuis Boston.

Je tiens tout particulièrement à Remercier Nicolas Sabouret qui a dirigé mes travaux tout au long de ces quatre années de thèse. Il a toujours été disponible, malgré un planning très chargé, il a su être à l'écoute de mes nombreuses questions, et s'est toujours intéressé à l'avancée de mes travaux. Merci de m'avoir toujours encouragé durant les moments de doutes, d'avoir trouvé le temps de travailler avec moi quand j'en avais besoin.

J'ai beaucoup appris en travaillant avec toi, tant sur la rigueur du travail et nous savons que je partais de loin, que sur la réflexion que demande la recherche. Cette thèse n'aurait pas abouti sans ton encadrement.

Je remercie aussi mon co-encadrant Charles Rich *Chuck*. C'est avec émotion que je le remercie aujourd'hui après qu'il nous ait quitté l'an dernier. Bien que tu m'encadrais à distance, tu as consacré beaucoup de temps à suivre l'évolution de ma thèse, nos réunions hebdomadaires du mercredi en témoignent. Nos discussions m'ont tellement

aidé à avancer sur ma thèse, à me reconcentrer sur le cœur de la thèse quand souvent je me perdais, et en prime, à perfectionner mon anglais. Tes nombreuses relectures et corrections de mon anglais m'ont beaucoup aidé et ont participé à la nomination d'un papier au prix de « Best paper ». J'ai étais chanceuse d'avoir des encadrants qui m'ont toujours poussé à aller de l'avant, qui m'ont tant appris durant mon parcours et a qui je dois l'aboutissement de cette thèse.

Après avoir passée cinq ans au Limsi, j'ai eu le temps de connaitre des collègues que je voudrais remercier. Je tiens à remercier les anciens doctorants, Asma, Léonor et Caroline qui m'ont conseillé durant le début de thèse et m'ont rassuré. Je tiens aussi à remercier Guillaume, l'expert stat qui m'a tout appris sur le fantastique monde des stats. Alya et Delphine pour toutes nos discussions et nos pauses Gouter / shopping. Gibet, Adrien et Léo pour toutes les pauses café. Merci à tous les membres de l'équipe CPU qui ont rendu la venue jusqu'à Orsay supportable. Merci à Laurence, Carole, Sophie, Sophie Havard, Bénédicte, Anne, Stéphanie pour leur disponibilité et leur aide sur l'administratif.

Sur le plan personnel, je tiens d'abord à remercier ma famille pour son soutien inconditionnel durant tout mon parcours universitaire. Je vous doit absolument tout.

J'aimerais aussi remercier mes amis de Paris (Macylia, Tahar, Khalil et Sonia) et d'Alger (Lounna, Manel et Wissam) qui ont toujours été à mon écoute et qui m'ont fait sortir la tête de la thèse afin d'oublier le travail le temps d'une soirée.

Enfin, je tiens à remercier mon meilleur ami et mon mari Amine. Sans ton soutien et tes encouragements je ne sais pas si j'aurais supporté d'aller au bout de cette thèse. Merci pour ton soutien moral, ta présence et aussi ton aide d'informaticien, statisticien relecteur, cuisinier ... et j'en passe. Cette thèse et moi te devons beaucoup. Merci.

TABLE DES MATIÈRES

1 Remerciements 1

i INTRODUCTION, CONTEXTE SCIENTIFIQUE ET PROBLÉMATIQUE

2 Introduction 13

3 État de l'art 17

3.1 Dominance en psychologie sociale 18

3.1.1 Trait de personnalité 18

3.1.2 Statut social 19

3.1.3 Relation interpersonnelle 21

3.1.4 Manifestations de la dominance dans les interactions 23

3.1.5 Conclusion 25

3.2 Négociation et dominance 25

3.2.1 Influence de la dominance sur le comportement et la stratégie de négociation 26

3.2.2 Complémentarité de dominance dans la négociation 27

3.3 Modèles de négociations automatiques 29

3.3.1 Les systèmes de négociation automatique 29

3.3.2 Coopération et collaboration en négociation 31

3.3.3 Aspect social dans les modèles de négociations automatiques 33

3.4 Comportements de dominance chez les agents conversationnels 35

3.5 Contributions de la thèse 38

ii CONTRIBUTIONS THÉORIQUES ET MÉTHODOLOGIQUES

4 Modèle de négociation collaborative 41

4.1 Collecte de données 42

4.1.1 Analyse de la structure de dialogue 43

4.1.2 Exemple d'analyse 43

4.1.3 Résultats de l'analyse 44

4.1.4 Structure d'un dialogue de négociation collaborative 45

4.1.5 Aspect dialogique de la négociation collaborative 46

4.1.6 Structure intentionnelle et attentionnelle 47

4.2 Domaine de négociation 47

4.3 Représentation formelle des éléments de la négociation 48

4.3.1 Préférences 48

4.3.2 Utilité des critères : Satisfiabilité 49

4.3.3 Communication 50

4.3.4 Mise à jour des connaissances durant la communication 53

4.4 Conclusion 55
5 Modèle de décision basé sur les comportements de dominance 57
5.1 Comportements de dominance et stratégies de négociation 58
5.2 Règles de décision 59
5.2.1 Sélection de l'acte de dialogue 59
5.2.2 Exemple 64
5.2.3 Limites des arbres de dialogue 65
5.3 Modèle de décision 66
5.3.1 Principe 1 : Niveau d'exigence 66
5.3.2 Prise en compte des préférences de soi Vs autrui 68
5.3.3 Contrôle de la négociation 69
5.4 Évaluation du modèle 70
5.4.1 Hypothèses 70
5.4.2 Étude 1 : Évaluation Agent/Agent 73
5.4.3 Étude agent/humain 80
5.4.4 Conclusion 84
6 Construction dynamique d'une relation interpersonnelle de dominance 87
6.1 Croyances sur l'autre : Théorie de l'esprit 88
6.2 Approche naïve 89
6.2.1 Algorithme de ToM 91
6.2.2 Limites de l'approche naïve : Représentation des préférences 91
6.3 Modèle de raisonnement avec représentation partielle de l'état mental 94
6.3.1 Principe général 95
6.3.2 Contrôle de la négociation 95
6.3.3 Partager des préférences 96
6.3.4 Exprimer des propositions 97
6.3.5 Conclusion 99
6.4 Évaluation 99
6.4.1 Méthodologie 100
6.4.2 Analyses des dialogues 101
6.4.3 Discussion 103
6.5 Conclusion 104
7 Complémentarité Vs Similarité 107
7.1 Objectif 108
7.1.1 Complémentarité en psychologie sociale 109
7.2 Méthodologie 109
7.3 Hypothèses 111
7.4 Protocole expérimental 111
7.4.1 Mesures 112
7.4.2 Questionnaire concernant l'interaction 112
7.4.3 Données d'interactions 113
7.4.4 Protocole 113
7.4.5 Hypothèses opérationnelles 114

7.5 Résultats 115
7.5.1 Perception des comportements des agents 115
7.5.2 Gain commun 117
7.5.3 Tours de paroles 119
7.5.4 Confort 119
7.5.5 Appréciation 121
7.6 Analyses complémentaires 122
7.7 Discussion 123
7.7.1 Perception des comportements des agents 124
7.7.2 Gain commun 125
7.7.3 Tours de paroles 126
7.7.4 Appréciation de l'agent 127
7.8 Conclusion 127

iii Conclusion
8 Conclusion 131
8.1 Contributions 132
8.1.1 Décision basée sur les comportements de dominance 133
8.1.2 Simulation des comportements de l'interlocuteur 134
8.1.3 Impact de la complémentarité de la dominance sur la négociation 134
8.2 Perspectives à court et à long terme 135
8.2.1 Traits individuels des négociateurs 135
8.2.2 Expressivité de l'agent 135

iv Annexes
A Dialogues générés pour l'étude Agent/Agent 141
A.0.1 Dialogue 1 141
A.0.2 Dialogue 2 142
A.0.3 Dialogue 3 142
A.0.4 Dialogue 4 142
B Complémentarité Vs Similarité dans la relation de dominance 143
B.1 Gain commun atteint dans la négociation 143
B.1.1 Perception du gain commun 143
B.1.2 Satisfaction du choix final 143
B.2 Tours de paroles par négociation 143
B.3 Appréciation et confort durant la négociation 143

Bibliographie 145

TABLE DES FIGURES

4.1 Exemple d'une décomposition en *discourse segment DS* effectué sur le dialogue 1 44
4.2 Exemple d'une décomposition en *discourse segment DS* effectué sur le dialogue 2 45
4.3 Exemple de modèle de préférences défini sur le critère cuisine 49
4.4 Formalisation du dialogue 4.2 en actes de dialogue 56
5.1 Maximum de tours de *StatePreference* autorisé en fonction des comportements de dominance de l'agent 62
5.2 Calcul de l'importance d'un critère C 62
5.3 Calcul d'acceptabilité d'une proposition $value$ 63
5.4 Exemple d'un dialogue entre deux agents implémentés avec l'arbre décisionnel. 65
5.5 Courbe de concession reprenant le principe 1 68
5.6 Exemple de dialogue généré avec un agent A $dom_A = 0.8$ et un agent B $dom_B = 0.4$ 72
5.7 Résultats pour l'hypothèse H1 sur l'égocentrisme 76
5.8 Résultats pour l'hypothèse H2 sur le niveau de concessions 77
5.9 Résultats pour l'hypothèse H3 sur le niveau d'exigence 77
5.10 Résultats pour l'hypothèse H4 sur la prise de contrôle 79
5.11 GUI d'interaction avec l'agent 81
5.12 GUI d'interaction avec l'agent au début de la négociation 82
5.13 GUI pour choisir *StatePreference(French,true)* 82
5.14 Perception des comportements des agents A et B pour chaque hypothèse 84
6.1 Modèle de négociation collaborative avec un modèle de l'interlocuteur. Processus de décision étape par étape 90
6.2 Modèle de la ToM pour évaluer les hypothèses sur le niveau de dominance d'un interlocuteur à partir de son acte de dialogue 92
6.3 Variation résiduelle calculée entre la valeur de dominance réelle et celle prédite à chaque tour de dialogue 103
6.4 Le temps d'exécution de l'algorithme ToM à chaque tour de dialogue 104

7.1 Explication du but de l'étude. 113
7.2 Interface pour la saisie d'ordre de préférence. Exemple pour le critère de cuisine 114
7.3 Perception des comportements de dominance avec l'agent complémentaire 116
7.4 Perception des comportements de dominance avec l'agent similaire Arthur 117
7.5 Perception des comportements de dominance avec l'agent neutre 118
7.6 Perception du gain commun obtenu pour tous les agents *Aucune différence significative entre les agents* 119
7.7 Les résultats obtenus pour le gain commun atteint durant la négociation 120
7.8 Résultats pour l'hypothèse H3. 120
7.9 Résultats pour la perception du confort durant la négociation. 121
7.10 Résultats pour la perception de l'appréciation. 122
7.11 Résultats pour la facilité de collaboration durant la négociation. 123
7.12 Résultats pour la variation des comportements de dominance à travers les interactions. 124

LISTE DES TABLEAUX

4.1 Relation de dominance entre les intentions 46
4.2 Relation de dépendance entre les intentions 46
4.3 Domaine de valeurs pour les critères de choix d'un restaurant 48
4.4 Valeurs de satisfiabilité pour le modèle de préférences défini sur le critère de cuisine 50
4.5 Liste des actes de dialogues pour le modèle de négociation collaborative. 52
4.6 Exemple de formalisation en langage naturel associé à *AskPreference(v)* 53
4.7 Exemple de formalisation en langage naturel associé à *AskPreference(v)* 53
4.8 Exemple de formalisation en langage naturel associé à *Propose(v)* appliqué au domaine "*Restaurant*" 53
5.1 Ensemble de valeurs satisfiables de l'agent$_A$ et l'agent $_B$ 67
5.2 Ordre de sélection d'actes de dialogues en fonction de la valeur de dominance 71
5.3 Conditions expérimentales pour la génération des dialogues. 74
5.4 Items proposés pour le questionnaire sur la perception des comportements de dominance. 75
5.5 Résumé des résultats statistiques obtenus pour chaque hypothèses 78
6.1 Valeurs de satisfiabilité des éléments du critères *cuisine*. 93
6.2 Satisfiabilité déduite à partir d'un ensemble de quatre éléments. 93
6.3 L'ensembles des S possibles pour le critère *cuisine*, avec $dom = 0.6$ 94
6.4 Hypothèses sur les valeurs satisfiables du critère *cuisine* 95
6.5 Hypothèses pour le critère *cuisine* après réception d'un $StatePreference(fr, true)$ 97
6.6 Réglage initial des conditions pour les valeurs de dominance 100
6.7 réglage des conditions initiales pour le modèle de préférences 101
6.8 Résultats de l'erreur marginale pour la prédiction des comportements de dominance 102
6.9 Nombre moyen d'itérations pour calculer une prédiction 102

7.1 Ensemble de valeurs possible pour chaque critère afin de choisir un restaurant 109
7.2 Différence de perception de dominance entre l'agent et le participant pour chaque comportement 115
7.3 Moyenne des valeurs de satisfiabilité du restaurant choisi pour chaque négociateur 126
B.1 Analyse du gain commun atteint par tous les agents 143
B.2 Analyse du gain commun atteint par tous les agents 143
B.3 Analyse de la différence entre le nombre de tours de paroles 143
B.4 Les scores d'appréciation pour tous les agents 144

Première partie

INTRODUCTION, CONTEXTE SCIENTIFIQUE ET PROBLÉMATIQUE

2 INTRODUCTION

Cette thèse s'intéresse à l'apport des comportements sociaux dans les interactions homme/machine, et plus précisément à l'implémentation de ces comportements dans un agent conversationnel. Nous proposons un agent conversationnel doté de compétences en négociation collaborative. L'agent est capable de négocier avec un utilisateur humain dans un environnement collaboratif. De plus, il est capable d'adapter sa stratégie de négociation à la relation interpersonnelle de dominance établie avec son partenaire de négociation.

Ce travail s'inscrit dans la continuité de la recherche en informatique affective (*affective computing*) : un domaine de recherche qui s'étend de l'informatique à la psychologie, et des sciences sociales aux sciences cognitives. Ce champ de recherche s'intéresse au développement de systèmes intelligents d'interaction avec des utilisateurs humains capables de percevoir, de reconnaître et de simuler les affects sociaux impliqués dans les interactions humaines. Cette intelligence sociaux-émotionnelle a pour but d'améliorer les interactions ainsi que l'acceptabilité et la crédibilité des agents conversationnels.

Nous assistons, donc, à l'émergence croissante d'agents conversationnels sociaux dans des domaines d'applications variés. Ces agents jouent différents rôles allant de compagnon artificiel [92, 95], patient virtuel [61, 66] ou tuteur pour le *e-learning* [62, 63].

Les interactions entre un agent conversationnel et un utilisateur humain prennent place généralement dans un environnement collaboratif où l'agent et l'utilisateur partagent des objectifs et des intérêts communs. Par conséquent, ils sont conduits à collaborer, à travers leur interaction, afin d'atteindre ces objectifs communs. Par exemple, *Hayashi et al* proposent un agent qui prend part à une interaction collaborative afin d'améliorer la créativité des collaborateurs [47] ou encore *Soliman* [97] qui propose un agent pédagogique intelligent qui assiste l'étudiant dans son apprentissage. Il propose une pédagogie collaborative dans laquelle il explique à l'étudiant les sujets, lui pose des questions et l'aide à collaborer avec d'autres étudiants afin de fournir un soutien à l'apprentissage personnalisé.

Dans un environnement collaboratif où chaque interlocuteur dispose d'une expertise et des préférences qui lui sont propres, des divergences de stratégies peuvent apparaître durant la collaboration. Pour résoudre ces divergences, les interlocuteurs sont amenés à négocier pour présenter leurs points de vue respectifs et trouver un compromis acceptable pour les deux. En effet, *Dillengbourg et Baker* [24] affirment que la collaboration est une interaction où la négociation a lieu *simultanément* sur trois niveaux. Premièrement, le niveau communicatif qui repose sur un bon échange d'informations et la compréhension mutuelle des phrases ou actes de dialogue échangés. Le second niveau concerne une négociation qui a pour but de proposer

des stratégies, méthodes et solutions afin de résoudre les conflits et achever la tâche commune. Enfin, le dernier niveau correspond à la gestion de l'interaction afin de coordonner la communication et la construction de stratégies communes. En d'autres mots, la négociation collaborative permet d'améliorer l'échange d'informations et les stratégies communes pour trouver des solutions optimales pour les deux partis.

En parallèle, la négociation est considérée comme un processus social dont les affects vont influencer le cours de la négociation et ses résultats [9]. Par conséquent, les compétences sociales des agents négociateurs sont cruciales dans l'établissement des échanges d'informations et de la construction des stratégies de négociation [55].

Ces affirmations sont soutenues par des années de recherches en psychologie sociale qui a mis en exergue que les relations sociales avaient un impact majeur sur le processus de négociation [99]. Parmi ces relations, nous nous intéressons à la relation interpersonnelle de dominance où des études en psychologie sociale et en communication ont montré que l'expression de comportements de dominance avait une influence directe sur la construction des stratégies des négociateurs, et par conséquent, sur le processus de négociation et ses résultats. Les comportements de dominance sont le résultat des stratégies des négociations et sont exprimés tant sur le niveau verbal que non verbal.

Notre but est de concevoir un agent conversationnel capable d'adopter des comportements sociaux dans un contexte de négociation collaborative avec un utilisateur humain. Nous nous sommes concentrés sur l'impact de la relation sociale de dominance sur les stratégies de négociation.

Les travaux présentés dans ce manuscrit ont été dirigés par deux objectifs. Notre premier objectif est de présenter un modèle de négociation collaboratif permettant à un agent conversationnel de négocier avec un utilisateur humain. De plus, nous injectons des comportements sociaux de dominance dans le processus décisionnel de l'agent qui vont orienter sa stratégie de négociation.

Notre second objectif est d'étudier l'impact d'une relation interpersonnelle de dominance sur le processus de négociation entre un agent artificiel et un humain à partir des travaux réalisés sur des interactions humain/humain. Pour ce faire, nous utilisons les méthodologies issues de psychologie sociale pour proposer un modèle décisionnel régi par des comportements de dominance. En parallèle, nous mettons en œuvre des études expérimentales inspirées des méthodologies de recherches en psychologie pour évaluer les comportements de dominance de notre agent conversationnel.

Ce manuscrit est organisé en six chapitres. Après ce premier chapitre d'introduction, le chapitre 3, dresse un état de l'art sur les domaines de recherches autour de notre sujet de recherche. La première partie porte sur les travaux en psychologie sociale. Nous présentons les différentes recherches sur la définition du concept de dominance, sa manifestation dans les interactions, ainsi que les comportements verbaux et non verbaux qui y sont liés. Nous nous penchons ensuite

sur l'impact de ces comportements sur les stratégies de négociation humain / humain.

Dans la seconde partie, nous nous intéressons aux travaux en informatique. Tout d'abord, nous présentons les architectures de négociation automatique existantes. Ensuite, nous présentons l'évolution de ce domaine vers l'intégration de comportements sociaux dans la modélisation de stratégies de négociation automatique. Enfin, nous présentons les agents conversationnels existants capables d'exprimer et de percevoir les comportements de dominance.

Dans le chapitre 4, nous introduisons notre modèle de négociation collaborative. Nous présentons en première partie une collecte de données qui nous a permis d'identifier des comportements des négociateurs. Ensuite, le domaine de négociation est détaillé, suivi de notre modèle de communication à base d'actes de dialogue.

Dans le chapitre 5, nous présentons le modèle décisionnel de l'agent régi par les comportements de dominance. En première partie, nous présentons les principes de stratégies de négociation liées aux comportements de dominance. Nous présentons ensuite l'implémentation de chaque principe. Enfin, la validation de ces comportements est introduite. Nous présentons deux études dont le but est d'évaluer la perception des stratégies de négociation et les comportements de dominance. Une première étude qui s'intéresse à l'évaluation de comportements de dominance dans une négociation agent/agent. La seconde étude présente l'évaluation de la perception de ces comportements par des participants qui ont négocié avec nos agents.

Le chapitre 6 décrit la construction de la relation interpersonnelle de dominance entre l'agent et son interlocuteur. Nous introduisons notre modèle de simulation des comportements de l'interlocuteur inspiré des travaux en théorie de l'esprit. Nous nous intéressons particulièrement aux travaux utilisant une approche de *simulation-theory*. Nous détaillons notre démarche de recherche qui nous a menés à proposer un modèle adaptatif capable de reconnaître les comportements de dominance de l'interlocuteur avec seulement une modélisation partielle de son état mental. Une étude agent/agent est présentée pour valider la pertinence des prédictions de notre modèle.

Nous proposons dans le chapitre 7, une étude agent/humain dans laquelle les agents produits ont interagi avec des participants. Nous avons manipulé la simulation de la relation de dominance entre l'agent et son interlocuteur. Nous avons implémenté un agent pour simuler une relation complémentaire de dominance avec le participant. À l'opposé, un autre agent devait simuler une relation dans laquelle il devait adopter des comportements de dominance similaires à ceux du participant. Notre but est d'étudier si la relation complémentaire de dominance avait un impact positif sur la négociation en termes du gain commun atteint et de l'agréabilité à négocier avec l'agent.

Cette thèse s'achève sur une conclusion présentant une prise de recul synthétisant notre démarche ainsi que les contributions de nos travaux. Elle présente également les perspectives nouvelles que soulève ce travail.

3

ÉTAT DE L'ART

Sommaire

3.1 Dominance en psychologie sociale 18
- 3.1.1 Trait de personnalité 18
- 3.1.2 Statut social 19
- 3.1.3 Relation interpersonnelle 21
- 3.1.4 Manifestations de la dominance dans les interactions 23
- 3.1.5 Conclusion 25

3.2 Négociation et dominance 25
- 3.2.1 Influence de la dominance sur le comportement et la stratégie de négociation 26
- 3.2.2 Complémentarité de dominance dans la négociation 27

3.3 Modèles de négociations automatiques 29
- 3.3.1 Les systèmes de négociation automatique 29
- 3.3.2 Coopération et collaboration en négociation 31
- 3.3.3 Aspect social dans les modèles de négociations automatiques 33

3.4 Comportements de dominance chez les agents conversationnels 35

3.5 Contributions de la thèse 38

Dans ce chapitre, nous nous intéressons à la question de la représentation de la dominance dans une interaction et à sa modélisation informatique au sein de dispositifs artificiels.

Dans la première section, nous nous intéressons à la dominance comme sujet de recherche en psychologie sociale. En effet, les études sur les comportements de dominance ont fait l'objet de nombreux travaux dans diverses disciplines. Elle a été étudiée comme trait individuel représentant la personnalité d'un individu [28] ou son statut social [77], ou bien sur un aspect dyadique comme relation interpersonnelle [14]. Ces différents travaux ont donné naissance à plusieurs définitions de la dominance ainsi que sa manifestation dans l'interaction.

La seconde section porte sur les travaux en informatique affective concernant l'ajout de relations sociales dans les agents conversationnel. Nous présentons en premier lieu les travaux sur la modélisation d'agents négociateurs rationnels. En second lieu, nous présentons l'évolution de ces travaux vers l'ajout de comportements sociaux dans la modélisation d'agents conversationnels et plus particulièrement dans le contexte de négociation. Finalement, nous précisons le positionnement de nos travaux au sein de notre champ de recherche.

3.1 DOMINANCE EN PSYCHOLOGIE SOCIALE

La relation de dominance a fait l'objet de nombreux travaux en psychologie sociale. En effet *Burgoon* soutient que la construction de la dominance tient incontestablement une place primordiale dans la compréhension des actions des humains [12]. Elle permet de comprendre les comportements des individus dans les interactions et définit la nature des relations interpersonnelles.

Néanmoins, il n'existe pas une seule définition du concept de dominance. Souvent confondu avec le pouvoir [13, 26], elle est définie comme trait de personnalité ou comme un statut, impliquant une qualité attribuée ou obtenue qui entraîne le respect et le privilège dans une hiérarchie [44]. En parallèle, elle définit aussi une relation interpersonnelle [14, 16]. Nous présentons dans cette section les différentes représentations de la dominance dans la littérature en psychologie sociale et les comportements qui y sont associés.

3.1.1 *Trait de personnalité*

La dominance comme trait de personnalité a connu une évolution dans la littérature en psychologie. Le concept de dominance, initialement associé aux comportements d'agressivité, a été élargi [12]. En effet, les travaux en Éthologie et psychologie évolutive ont d'abord étudié la dominance comme un trait de personnalité innée qui confère à la personne la capacité d'exercer son pouvoir et sa domination, de susciter la déférence et l'acquiescement, ou d'apaiser et se soumettre à un comportement conspécifique plus fort [14, 60]. Cependant, les travaux en Éthologie contemporaine s'éloignent de cette définition en

faveur d'études permettant de mieux comprendre l'interaction entre les organismes et leur environnement social [14].

Pour les psychologues de la personnalité, la dominance est considérée comme un trait individuel durable qui désigne le tempérament de la personne et les prédispositions comportementales de chacun [19, 90] tels que l'agression, l'ambition, l'argumentation, assertivité, vantardise, confiance et détermination. Les adjectifs communs utilisés pour décrire la personne dominante sont affirmés, agressifs, compétitifs, exigeants, égoïstes et têtus. Plus précisément, la dominance en tant que variable de personnalité « montre un ajustement réaliste constant au succès et à l'échec de l'individu, à la santé ou à la maladie, aux capacités ou handicaps et aux forces extérieures relatives » [16, 19].

En effet, selon Emmons et McAdams [28], les individus avec un motif de haut pouvoir, et donc de dominance élevée, sont décrits comme voulant contrôler et influencer les autres, désirant la célébrité ou l'attention du public, et ayant la capacité de susciter l'émotion chez les autres. Dans la même veine, [51] décrivent une personne dominante comme une personne qui cherche et maintient un rôle de *leader* dans un groupe. Ces personnes prennent en charge et guident les membres du groupe vers la réalisation d'objectifs louables à travers des tactiques d'influence, des manœuvres de contrôle de l'environnement et l'expression énergique de l'opinion [16].

À l'opposé, les individus non dominants ou soumis sont présentés comme coopératifs, modestes et obéissants, mais aussi obséquieux, doux, faibles, peu sûrs, et évitant les situations qui nécessitent une affirmation de soi [16].

Par ailleurs, la dominance et la soumission sont généralement révélées à travers le style de communication [16]. Une personne dominante va avoir plus d'assurance dans sa manière de communiquer, être plus confiante, enthousiaste, énergique, active, compétitive, sûre d'elle, vaniteuse et directe. Ceci transparaît dans les comportements verbaux et non verbaux utilisés. Une personne dominante va utiliser plus d'espace, avec un temps de conversation plus long et être capable d'avoir d'avantage d'interruption réussie [16].

En revanche, une personne soumise va utiliser un mouvement contraint, une utilisation limitée de l'espace, de grandes quantités de regards tout en écoutant [16]. Ces comportements sont présentés plus en détail dans la section 3.1.4

3.1.2 *Statut social*

Pour les sociologues, le statut désigne la position d'une personne dans une hiérarchie sociale [27], ce qui est répandu dans tous les types de sociétés [76]. Ceci est confirmé dans la littérature en éthologie qui fait l'hypothèse unificatrice que la dominance représente une caractéristique universelle de l'organisation sociale. Elle est par ailleurs reflétée dans le rang ou la position dans une hiérarchie sociale [16] et dans l'accès préférentiel aux ressources [77].

Ces comportements ont d'abord été observés chez les primates. En effet, lorsque la concurrence pour l'accès prioritaire à la ressource s'installe entre des individus ou des groupes qui ne se connaissent pas, le classement de dominance des individus doit être établi et signalé [16]. Les membres des groupes primates savent tous où ils se situent et qui a le statut le plus élevé ou le plus de dominance [96]. Ces signaux de la hiérarchie de dominance sociale sont universels et sont communs dans les groupes de primates. De plus, ils sont également communs dans les groupes humains [16].

Deux formes alternatives de dominance ont été identifiées dans la littérature. Elle peut être soit acquise ou gagnée [77]. La première forme est la dominance acquise. Elle est associée à des facteurs tels que l'héritabilité comme une passation de règne, l'âge et l'ordre de naissance qui confèrent un plus grand contrôle ou un meilleur accès à des ressources privilégiées [19]. Elle peut être aussi octroyée grâce à un rôle particulier, par exemple, professeur d'université, juge ou président d'entreprise.

D'un autre côté, la domination, le pouvoir et l'influence sociale sont gagnés et dépendent de la sélection de la stratégie sociale et des capacités de mise en acte, des capacités empathiques et du potentiel d'affiliation et d'engagement de l'amitié.

La seconde forme est la dominance sociale [77]. Contrairement à la dominance acquise qui n'est pas toujours méritée, la dominance sociale est obtenue à travers des capacités, des stratégies ou des possibilités d'affiliation démontrées [16]. La dominance sociale peut se manifester par des indicateurs dynamiques tels que la proximité, la posture, le regard, l'expression faciale, la vocalisation, la durée de la conversation ou l'usage de la langue [59]. Par conséquent, la dominance sociale est le résultat de certaines connaissances ou compétences particulières. Par exemple, une personne monte en hiérarchie grâce à ses réussites professionnelles.

Un statut élevé accorde un certain degré de pouvoir et peut faciliter la dominance parce qu'on est doté d'une autorité légitime, et l'autorité légitime confère à l'individu le potentiel d'une plus grande influence [14].

Cependant, un statut élevé ne garantit pas l'exercice du pouvoir ou l'affichage d'un comportement dominant. Par exemple, un manageur d'équipe dont le statut est élevé dans la hiérarchie peut avoir du mal à exprimer des comportements de dominance et force la compliance de ses collègues. Par opposition, les manifestations de dominance en l'absence de pouvoir légitime peuvent ne pas réussir à exercer une influence [91]. Par exemple, un enfant montrant des comportements de dominance tels que l'agressivité envers ses parents est mal perçu et rarement accepté.

Par ailleurs, les individus de haut rang ne sont pas forcément puissants ou dominants et les démonstrations de dominance ne placent inévitablement pas haut dans une hiérarchie de statut [15]. *Hall et Coats* [44] présentent l'exemple suivant : une personne qui a acquis un statut élevé dans sa profession peut avoir une faible dominance de la personnalité, une personne qui est dans une position de haute

autorité structurelle peut être inefficace pour obtenir la conformité des autres, ou une personne qui émerge comme leadeur dans un groupe de travail peut être un suiveur parmi ses pairs ou doux à la maison.

3.1.3 *Relation interpersonnelle*

Burgoon *et al* [16] défendent le concept de la dominance et la soumission comme propriétés d'une relation interpersonnelle plutôt qu'individuelle, et mettent l'accent sur les habiletés sociales et les pratiques de communication qui contribuent à la dominance plutôt que sur les comportements hérités, biologiquement déterminés, contrôlés par la personnalité.

Cependant, la relation interpersonnelle de dominance est souvent confondue avec le pouvoir. Étant fortement corrélés [26], ils sont souvent regroupés sous une même rubrique souvent utilisés comme synonymes [16, 27].

Plusieurs recherches en psychologie sociale [14, 16, 26] se sont intéressés à définir clairement la relation interpersonnelle de dominance, le pouvoir et la relation entre ces deux concepts.

3.1.3.1 *Représentation du pouvoir*

La définition du pouvoir est restée longtemps conflictuelle dans les différents domaines d'applications. Cependant, la littérature en psychologie sociale et en communication interpersonnelle, converge à définir le pouvoir comme la capacité à produire les effets voulus et, en particulier, la capacité d'influencer le comportement d'une autre personne même face à la résistance [13, 14, 50].

Burgoon et Dunbar [16, 26] ajoutent que comme le pouvoir est une capacité, il est latent. Par conséquent, il n'est pas toujours exercé et une personne avec un pouvoir élevé peut ne pas avoir conscience de son pouvoir. De plus, quand il est exercé, il n'est pas toujours couronné de succès et même réussi, il peut avoir une magnitude limitée en fonction de l'environnement [50].

French et Raven [33] affirment que le pouvoir peut prendre cinq formes séparées et distinctes : *le pouvoir coercitif, récompense, légitime, expert et référent*. Ce modèle a été révisé et une sixième forme a été ajoutée qui est le pouvoir *informationnel*.

Le pouvoir coercitif est basé sur la capacité à utiliser des menaces pour forcer une personne à agir contre son gré et d'administrer une punition pour un comportement indésirable.

Inversement, *le pouvoir de récompense* découle de la capacité à offrir es incitations positives pour récompenser les gens pour un comportement désiré. Par exemple, une augmentation de salaire ou une promotion.

Le pouvoir légitime représente la position d'autorité qui est basée sur les croyances des subalternes selon lesquelles un supérieur a le droit de prescrire et de contrôler leurs comportements (*e.x.* en fonction de sa position dans l'organisation).

Le pouvoir d'expert peut être dérivé de l'expérience, des connaissances ou de l'expertise dans un domaine donné [105].

Enfin *le pouvoir référent* découle du sentiment d'affiliation au groupe, il est basé sur l'attraction interpersonnelle des subordonnés, leur admiration et leur identification au un supérieur [105].

Le pouvoir informationnel est la capacité à contrôler l'accès à l'information dont dépendent les autres.

Par exemple, *Hayden et al* [23] affirme que le pouvoir légitime, de récompense et de coercition sont basés sur la position d'un individu dans une organisation, tandis que le pouvoir d'expert, d'information et de référence sont basés sur des attributs personnels. Il ajoute : "Ceux qui possèdent seulement le pouvoir positionnel sont des bureaucrates. Ceux qui possèdent seulement un pouvoir personnel sont des leadeurs. Ceux qui possèdent les six sont de bons manageurs".

3.1.3.2 *Représentation de la dominance*

Les spécialistes de la communication et de la psychologie sociale considèrent en grande partie la dominance comme une variable sociale plutôt qu'organisationnelle, mais qui est définie au niveau interpersonnel. En outre, la dominance est présentée comme une variable dyadique plutôt que monadique et est définit en fonction des résultats auxquels elle se rapporte [14, 16]. Comme spécifié par *Mitchell et Maple* [96], la dominance est le résultat d'une interaction d'évènements et dépend donc des individus impliqués dans l'interaction et non de l'individu seul.

Contrairement au pouvoir qui peut être latent, la dominance est forcément manifeste et comportementale, elle consiste en des stratégies expressives, basées sur la relation. Elle s'exprime par un ensemble de transactions complémentaires à travers des actes communicatifs par lesquels l'influence est exercée et accueillis avec acquiescement par le partenraire d'interaction [13, 83].

De plus, même si la soumission-dominance est conceptualisée comme une dimension universelle sur laquelle toutes les relations sociales peuvent être réparties, l'expression de dominance peut être provoquée par une combinaison de tempéraments individuels et de caractéristiques situationnelles qui encouragent un comportement dominant [13]. Ces derniers sont sensibles à l'évolution des objectifs, des interlocuteurs, des situations et du temps, entre autres facteurs.

Ainsi, au cours d'un même épisode, les individus peuvent ajuster leurs expressions de soumission et de dominance à des circonstances changeantes.

3.1.3.3 *Lien entre la dominance et le pouvoir*

Comme nous l'avons expliqué plus haut, la dominance et le pouvoir sont deux concepts distincts. Cependant, cette présentation démontre aussi une forte corrélation entre eux.

Par exemple, *Burgoon et Dillman* [12] soutiennent que la dominance n'est qu'un moyen pour exprimer le pouvoir et d'atteindre l'influence voulue.

Ils ajoutent que la dominance n'est donc pas la voie exclusive du pouvoir, mais plutôt l'un des moyens alternatifs par lesquels le pouvoir

est opéré. D'un autre côté, le pouvoir fournit le contexte pour les comportements de dominance.

Une autre distinction est que le pouvoir se réfère souvent à de simples potentialités d'influence (telles que reflétées dans des concepts comme les bases de pouvoir, les motivations de pouvoir et le locus de contrôle), alors que la dominance est plus souvent liée aux comportements réels [16, 26].

Ainsi, alors que le pouvoir permet l'expression de la dominance, et que le comportement dominant peut solidifier le pouvoir, la dominance et le pouvoir, bien que corrélés, ne sont pas des concepts interchangeables [12].

Enfin, la dominance et le pouvoir, appliqués à un contexte social, sont relatifs au partenaire social et ne sont pas absolus [26]. Par conséquent, un même individu peut se retrouver dans la position dominante avec un interlocuteur et être soumis dans une autre interaction avec un individu différent.

3.1.4 *Manifestations de la dominance dans les interactions*

La dominance est une construction multifacette qui peut être démontrée interactivement de plusieurs façons et dont la signification dépend à la fois du contexte et de la perception [26]. Sa manifestation dans l'interaction se fait à travers des actes de communications qui s'expriment tant par des comportements verbaux que non verbaux.

Nous présentons dans cette section, les comportements communicatifs liés à la relation de dominance.

3.1.4.1 *Comportements verbaux*

La perception de dominance est liée à des comportements vocaux tels que le taux de paroles en termes de nombre de mots utilisés lors d'une conversation ainsi que la longueur du message à chaque tour de parole [26]. Le volume sonore mesuré en amplitude, la fréquence et la verbosité sont aussi des indicateurs vocaux de dominance [26].

Un autre facteur important qui reflète la dominance est la fréquence d'interruptions faite par l'individu [26, 44]. En effet, les individus qui réussissent à faire des interruptions sont perçus comme dominants. A l'opposé, ceux qui marquent des diffluences montrent un signe de manque de contrôle et de dominance.

Burgoon et Dunbar [26] ont fait un état de l'art sur les comportements verbaux de dominance en les associant des stratégies d'interaction. En effet, ils ont identifié dans la littérature différentes stratégies assimilées à des comportements de dominance. Ils citent d'abord *Canary et Spitzberg* [18] qui présentent trois stratégies :

— Les stratégies intégratives qui représentent des stratégies coopératives.

— Les tactiques distributives qui sont concurrentielles et antagonistes.

— Les stratégies d'évitement dont le but est de dissiper les discussions conflictuelles.

Parallèlement, ils présentent les travaux de *Frieze et McHugh* [35] qui incluent six types de stratégies verbales directs et indirects.

Les stratégies directes incluent les stratégies directes positives en abordant ouvertement le problème ou la question discutée. Les stratégies autres-directes par lesquelles l'interlocuteur se réfère à des expériences passées similaires ou se projette sur ce que feraient les autres dans la même situation. Enfin la stratégie directe coercitive en utilisant une coercition verbale (se mettre en colère ou jurer) et physique (combat physique et violence physique envers le conjoint).

Concernant les stratégies indirectes, les auteurs citent trois stratégies : les stratégies indirectes positives en adoptant un comportement conciliant et gentil, les stratégies ignorer-indirecte en évitant les situations de conflits comme ignorer le problème ou nier l'existence d'un conflit. Enfin, les stratégies de retrait indirect, par exemple dans le contexte d'une relation de couple, exprimer un retrait émotionnel ou le désire de quitter la relation.

En règle générale, les stratégies directes sont considérées comme des stratégies plus dominantes que les stratégies indirectes [26].

En conclusion, les comportements verbaux traduisent plus des stratégies de communication qu'un style linguistique influencé par la dominance. Dans cette thèse, nous nous intéressons aux processus décisionnels qui amènent à la mise en place de ces stratégies de communication.

3.1.4.2 *Comportements non-verbaux*

Les indicateurs non verbaux de dominances sont riches et ont été longtemps étudiés [12, 16]. Une manière de diviser les indices non verbaux est d'utiliser les codes de classements tels que kinésique, vocalique, proxémique, haptique, etc. [14]. Ainsi, Dunbar et Burgoon [26] affirment qu'un communicateur non verbal dominant prototypique serait plus dynamique sur le plan kinésique et vocal (en utilisant plus de gestes, plus de regards, plus d'animation vocale et plus de bavardages) tout en donnant l'impression de relaxation et de confiance.

Les indices kinésiques étant les plus riches (expression faciale, direction du regard, posture, mouvements corporels et gestes *etc.*).

Par exemple, Dunbar et Burgoon [26] ont constaté que plus une femme avait un contrôle corporel, plus elle était perçue comme dominante par les observateurs. De plus, les personnes en position de pouvoir étaient les plus expressives et contrôlaient de leur corps.

À l'opposé, Carney*et al*[44] ont constaté que les individus dominants étaient perçus comme se penchant en avant, avaient des positions ouvertes, s'orientaient vers l'autre et avaient une posture plus érigée que ceux de moindre dominance, qui eux, avaient tendance à se resserrer et à occuper peu de place. Les chercheurs ont constaté que les personnes perçues comme dominantes étaient plus susceptibles d'utiliser des gestes, de déclencher plus de tremblements de la main et d'avoir une plus grande fréquence de contact invasif [44].

Dunbar et Burgoon [26] ont constaté que les observateurs considéraient les hommes avec une utilisation accrue des gestes d'illustrations comme étant plus dominants.

Le regard apporte aussi un impact sur la perception de la dominance. Dunbar et Burgoon [26] ont constaté que des rapports de dominance visuelle plus élevés étaient corrélés à une dominance plus élevée perçue. En outre, Carney*et al* [44] ont trouvé que des comportements visuels tels qu'un regard mutuel, sur une longue durée, et regarde son interlocuteur en parlant seraient perçus comme plus appropriés venant d'un individu avec plus de dominance.

Les indicateurs de dominance vocaux incluent la fréquence et la longueur de temps de parole [80], le volume de la parole, le tempo de la parole, la hauteur, le contrôle vocal, et les interruptions [26].

Dans cette section, nous avons présenté les différents indicateurs de dominances communiquées à travers des comportements verbaux ou non verbaux. Ces comportements sont le résultat d'un processus décisionnel influencé par la relation interpersonnelle de dominance. Dans cette thèse, nous nous intéressons à la modélisation computationnelle de ce processus décisionnel. Nous cherchons à étudier l'impact de la dominance sur le raisonnement d'un agent et sur ses stratégies dialogiques.

3.1.5 *Conclusion*

Ces travaux mettent en lumière l'importance de la relation de dominance dans les interactions et son influence sur les comportements des individus au sein d'un groupe ou d'une interaction dyadique.

Cet impact a poussé la communauté qui étudie la négociation à sy intéresser et à étudier comment les comportements de dominances impactent les stratégies de négociation et leur pouvoir dans la négociation. Nous présenterons la section suivante un état de l'art des études de la communauté en psychologie sociale.

3.2 NÉGOCIATION ET DOMINANCE

La négociation a été définie comme un processus décisionnel interpersonnel par lequel deux personnes ou plus s'entendent sur la façon d'allouer des ressources rares [100]. La littérature relate un nombre important de recherches [21, 32, 105] montrant l'importance de la dominance dans le processus de négociation. Pour cette raison, de nombreux travaux se sont concentrés sur son impact dans divers domaines et disciplines, notamment la communication, l'économie, la psychologie sociale et la sociologie.

3.2.1 *Influence de la dominance sur le comportement et la stratégie de négociation*

La communauté s'intéressant au processus de négociation a d'abord analysé les comportements des négociateurs pour proposer des modèles qui optimisent les stratégies de négociation [99].

Néanmoins, les travaux ont avancé pour s'intéresser aux comportements sociaux qui influencent les stratégies des négociateurs. Parmi les dimensions de la psychologie sociale étudiées, la dominance (appelée "pouvoir" dans la littérature en négociation), avait fait l'objet de plusieurs recherches qui ont montré l'influence de la relation interpersonnelle de dominance sur le comportement et les stratégies des négociateurs, et par conséquent sur leurs performances et le résultat de la négociation [21, 105].

Premièrement, des recherches ont montré que les négociateurs dominants (avec un pouvoir élevé) avaient des aspirations plus élevées, exigeaient plus, concédaient moins et utilisaient plus souvent les menaces et les bluffs en comparaison avec des négociateurs soumis (avec un pouvoir faible) [21].

La dominance augmente également l'orientation vers l'action et encourage un comportement axé sur les objectifs [105]. En effet, Galinsky [37] affirme que les négociateurs dominants sont plus susceptibles d'initier la négociation, de faire la première offre et de contrôler le flux de la négociation. De plus, il a montré que les négociateurs dominants manifestaient une plus grande propension à agir comparés aux négociateurs soumis. De plus, leurs agissements sont cohérents avec le but final.

En outre, la dominance affecte la manière dont les négociateurs collectent des informations sur leurs partenaires [20]. Les négociateurs soumis ont un fort désir de développer une compréhension précise de leur partenaire de négociation. Par conséquent, ils posent plus de questions de diagnostic *(diagnostic questions)*.

En revanche, les négociateurs dominants sont susceptibles de poser plus de questions tendancieuses *(leading questions)*. Ce type de question suggère une réponse qui semble cohérente avec une croyance ou une hypothèse, que cette croyance ou hypothèse soit correcte ou non [37].

En conséquence de ces comportements relatifs à la dominance, la littérature suggère que les négociateurs dominants sont égocentriques et ont tendance à ne pas prêter attention aux préférences des négociateurs moins dominants [21, 32]. L'idée est que les individus dominants disposent de nombreuses ressources et peuvent souvent agir à leur guise sans conséquences graves [105]. Inversement, les négociateurs moins dominants s'intéressent à leurs partenaires, exhibent un plus grand niveau d'équité et de considération [21]. Cette stratégie consiste à acquérir ou à reprendre le contrôle de leurs résultats en accordant une attention particulière aux personnes dont elles dépendent [32].

Giebels [39] montre que l'ensemble de ces comportements conduit les négociateurs dominants à se retrouver avec la part la plus grande du gâteau.

Les travaux présentés ci-dessus s'intéressent à l'impact des comportements de dominance à une échelle individuelle. Cependant, pour comprendre la dynamique de la négociation, il faut s'intéresser à la dominance à un niveau dyadique ou interpersonnel.

Nous présenterons dans la section suivante, la littérature en psychologie qui s'est intéressée à l'influence de la dominance interpersonnelle sur la négociation.

3.2.2 *Complémentarité de dominance dans la négociation*

Nous avons présenté dans la section précédente la manifestation de la dominance dans la négociation à travers des stratégies spécifiques. Afin de comprendre pleinement la relation entre les comportements de dominance, les stratégies et les gains des négociateurs, les chercheurs doivent considérer simultanément les comportements individuels de dominance de chaque négociateur, mais aussi la dominance sur un niveau dyadique *(c'est à dire comment les comportements de dominances exprimés par un individu vont influencer ceux de son interlocuteur)*.

Pour cette raison, les chercheurs en psychologie sociale se sont intéressés à la complémentarité des comportements de dominance exprimés par les négociateurs.

Les chercheurs sur la théorie circumplex interpersonnelle [64, 108], qui organise le comportement selon les deux dimensions orthogonales de l'affiliation et du contrôle, affirment que les comportements des individus seront similaires aux partenaires interactionnels dans la dimension d'affiliation et inverse de la dimension de contrôle qui est la dimension de la dominance [101].

Par conséquent, quand cette complémentarité apparaît, elle permet d'obtenir une meilleure coordination entre les individus [111]. *Estroff et Nowicki* [29] ont constaté que des sujets placés dans des paires complémentaires (réciproques sur la dimension de contrôle et similaire en affect) obtenaient ensemble de meilleurs résultats dans une tâche de puzzle que les couples placés dans des dyades non-complémentaires (similaire sur le contrôle et inverse en affect). Ces résultats suggèrent qu'une complémentarité entre deux partenaires renforce leur attractivité mutuelle.

À l'opposé, cette dynamique de coordination n'est pas retrouvée dans des dyades où les deux partenaires sont dominants ou les deux sont soumis.

Dans le premier cas, les partenaires d'interaction luttent pour le contrôle, ce qui rend difficile la collaboration. Bien que le trait de contrôle de la tâche peut faciliter l'évolution du processus en cas d'accord, il peut facilement rendre difficile la coordination en cas de conflit causé par des affrontements mutuels. Dans le cas où les de deux partenaires d'interaction sont soumis, peu de choses peuvent être accomplies, car aucune direction n'est définie et les partenaires ne prennent pas d'initiatives [111].

Création de valeurs

La création de valeurs permet de trouver des solutions qui répondent aux besoins et aux intérêts les plus importants des deux parties. Elle survient lorsqu'il existe des différences dans les préférences des négociateurs, y compris dans l'utilité attribuée aux éléments en cours de négociation [72].

Il est important de mieux comprendre ce processus de création de valeur, car la capacité d'identifier et de mettre en œuvre des résultats mutuellement bénéfiques est la clé pour des accords durables [111].

De plus, *Olekalns et al* affirme que le succès ou l'échec de toute stratégie dans le processus de création de valeur est partiellement déterminée par le contexte social notamment la relation de dominance [84].

Wiltermuth et al soutient que la création de valeur accrue se produit lorsque les comportements des négociateurs créent une dynamique de complémentarité de la dominance, caractérisée par le fait qu'une personne dans une interaction dyadique se comporte de manière dominante et que son homologue se comporte de façon soumise [111]. De plus, les négociateurs exprimant de la dominance facilitent le processus de découverte de solutions mutuellement bénéfiques lorsque leur domination suscite la soumission de leurs homologues. De ce fait, les dyades complémentaires arrivent à atteindre un gain commun plus important comparé aux autres dyades.

Cette amélioration du gain est aussi due à une meilleure distribution des rôles dans les dyades complémentaires qui leur permet d'augmenter et améliorer l'échange d'informations.

Confort dans la négociation

L'ensemble de ces résultats suggèrent que la complémentarité améliore le sentiment de confort et d'affection entre les négociateurs. Ceci est confirmé par les travaux de *Tiedens et al* [101] qui ont montré à travers des études que lorsqu'une complémentarité de dominance s'installe entre deux individus, ces derniers se sentent plus à l'aise dans l'interaction.

Nous avons présenté dans cette première partie de ce chapitre, les contributions apportées par la psychologie sociale pour la définition de la dominance. Nous avons vu que la dominance était d'abord perçue comme un trait individuel de personnalité ou de statut social. Elle a ensuite été étendue pour couvrir les relations interpersonnelles où des interlocuteurs expriment des comportements verbaux et non verbaux de dominance pour appuyer leur pouvoir.

Ces travaux ont été ensuite spécifiés au domaine de la négociation, nous avons présenté les contributions majeures dans le domaine qui présentent l'influence des comportements de dominance sur les stratégies qu'adoptent les négociateurs. De plus quand une complémentarité de dominance s'installait, permettait d'améliorer le gain commun obtenu à la fin de la négociation et sur le confort ressenti à négocier avec l'autre.

La suite de ce chapitre a pour but de montrer comment des travaux issus de l'informatique ont abordé la modélisation de systèmes de négociation. Nous présenterons comment ces travaux ont convergé vers le besoin de prendre en compte les comportements sociaux dans la conception de ces systèmes et nous discuterons les contributions majeures.

3.3 MODÈLES DE NÉGOCIATIONS AUTOMATIQUES

Dans cette section, nous présentons la littérature autour des systèmes de négociation automatique. D'abord, nous parlons dans la première section des modèles de négociation dits "rationnels", dans laquelle nous discuterons des contributions majeures dans les différents domaines d'applications.

Dans la seconde section, nous présentons l'évolution de ces systèmes pour gérer des négociations avec des participants humains. Cette communauté s'intéresse aux processus émotionnels et affectifs durant la négociation.

Nous détaillons ensuite les travaux majeures qui visent à implémenter des comportements de dominance dans des agents conversationnels et d'étudier l'impact de tels artéfacts sur une interaction agent/humain.

3.3.1 *Les systèmes de négociation automatique*

Au cours des dernières années, de nombreux nouveaux modèles d'agents négociateurs ont été développés. Deux champs de recherche liés à ce domaine peuvent être distingués : les systèmes de soutien à la négociation *negotiation support system (NSS)* et les agents de négociation automatisés *automated negotiation agents (ANA)*.

Jonker et al [57] présentent dans un travail un état de l'art sur les systèmes de support à la négociation.

3.3.1.1 *Les systèmes de support à la négociation*

Les NSS sont utilisés pour aider les novices en négociation à améliorer leurs compétences en structurant le processus de négociation. Cela donne un soutien aux négociateurs pour la partie rationnelle du processus de négociation, comme l'exploration des problèmes, l'identification des solutions de rechange et le calcul des soumissions [48]. Ces systèmes aident donc les négociateurs à comprendre leurs besoins et les assistent dans le processus de négociation pour trouver un meilleur compromis. Les données collectées permettent aux chercheurs de mieux comprendre les difficultés que rencontrent les négociateurs au cours d'une négociation [57].

Grâce à ces compétences présentées, les NSS peuvent être utilisés dans différents contextes. En effet, les experts de négociation identifient deux champs d'applications [86]. Ils peuvent être utilisés comme un *outils de préparation et de formation à la négociation* en offrant une structuration de l'environnement de la négociation comme la struc-

turation des préférences, l'identification des alternatives possibles *etc.* [9]. Ils peuvent aussi permettre aux utilisateurs un *usage en temps réel* pour négocier avec des adversaires via la plateforme [86].

Par exemple, le système *Inspire*[1] un système complet avec une interface de communication comprenant l'échange d'offres structurées avec des arguments d'accompagnement, des messages en texte libre et une notification automatique par email de l'activité de l'adversaire. Le système est implémenté avec des fonctions d'aide à la décision qui permet de spécifier les préférences et de gérer les offres au cours de la négociation, la construction de la fonction d'utilité, l'évaluation quantitative des offres, la maintenance de l'historique de négociation et la représentation graphique de la dynamique de négociation. De plus, il permet aux utilisateurs de faire une analyse postaccord.

Il a été utilisé comme un outil de simulation afin de mieux préparer les négociateurs au cas réels ce qui le rend un bon outil d'apprentissage de négociation.

Un autre outil de formation est le système *Athena*[2] similaire au premier système, il offre un support aux négociateurs afin de créer eux-mêmes le contenu de la négociation et la structure du domaine. Enfin, nous citons le système *SmartSettle*[3] qui permet d'assister les utilisateurs lors de négociations complexes. Il est fourni avec un support pour la gestion propositions qui permet de faire des suggestions aux négociateurs.

3.3.1.2 *Les agents de négociation automatique*

Concernant les recherches pour développer des ANAs, les travaux se sont principalement concentrés sur trois aspects à savoir la conception de stratégies de négociation, des protocoles, et la modélisation du domaine de négociation [57]. De plus, depuis l'émergence de la compétition internationale *International Automated Negotiating Agents Competition (ANAC)* [1, 36], une compétition qui regroupe les meilleurs agents négociateurs, de nouveaux modèles de négociations sont proposés chaque année.

Ces nouveaux modèles innovent sur l'optimisation des comportements rationnels de l'agent, et proposent de nouvelles stratégies qui permettent à l'agent d'atteindre de meilleurs gains.

En effet, les stratégies de négociation prennent en compte trois modules : un module pour décider de l'acceptabilité des offres reçues, un module pour définir la stratégie d'enchères et enfin un modèle de l'adversaire afin calculer ses préférences et décider lesquels prendre en compte dans la prise de décision [2].

Par exemple, *l'agent K* [58] gagnant d'*ANAC 10* dispose d'un mécanisme sophistiqué pour accepter une offre. En effet, il utilise la moyenne et la variance de l'utilité de toutes les offres reçues, puis détermine la probabilité de recevoir une meilleure offre dans le futur et définit sa cible de proposition. En conséquence, il accepte ou rejette

1. voir le site `interneg.carleton.ca/inspire`
2. voir le site `www.athenasoft.org`
3. voir le site `www.smartsettle.com`

l'offre. Sa stratégie d'enchère consiste à d'abord définir une valeur d'utilité cible pour les propositions et ensuite aléatoirement sélectionner des offres dont l'utilité est dans l'intervalle de valeurs cibles. Si aucune proposition n'est trouvée, l'agent décroît valeur d'utilité cible. Cependant, ce système ne prend pas en compte les préférences de l'adversaire.

Un problème recrurent dans la modélisation d'agents conversationnels reste le manque d'informations sur le domaine de négociation. Pour cette raison, des approches pour apprendre les préférences de l'adversaire ont été proposées [34, 48, 49, 57, 109]. Ces modèles ont amélioré les stratégies des négociateurs et ont permis de mettre en avant l'importance de définir un modèle de l'adversaire. Par exemple, l'agent *IAMhaggler2011* [109] utilise une technique de régression gaussienne afin de prédire la stratégie de son adversaire. Un élément clé d'une négociation réussie est d'optimiser sa stratégie de concessions. À cet effet, l'agent prend en comptes la stratégie de concessions de son adversaire calculé à partir de la gaussienne et les contraintes temporelles liées à la négociation pour définir sa stratégie de concessions.

3.3.1.3 *Conclusion*

Les agents proposés ci-dessus sont conçus pour améliorer leurs gains personnels dans le contexte de négociations compétitives. Un autre champ de recherche vise à proposer des modèles de négociations pour optimiser les gains des deux négociateurs, ce type de négociation est nommé négociation coopérative ou collaborative.

Nous présenterons dans la section suivante l'approche coopérative dans les coalitions multi-agents et dans la définition des stratégies de négociations.

3.3.2 *Coopération et collaboration en négociation*

Dans le domaine des systèmes multi-agents, les concepts de coopération et de collaboration mettent en évidence les interactions entre les agents et la cognition : il faut des actions de coordination et des algorithmes de résolution de conflit pour réaliser les tâches [52]. Il existe néanmoins des différences entre la collaboration et la coopération.

La collaboration est définie comme une forme d'interaction qui s'intéresse à la répartition du travail entre plusieurs agents, qu'il s'agisse de techniques centralisées ou distribuées [31]. La coopération reste la prérogative d'être capables de s'engager dans un projet explicite commun [78].

La collaboration est considérée comme une coopération affinée par le développement d'une compréhension mutuelle associée à un point de vue partagé de la tâche à résoudre par plusieurs individus en interaction [5, 106]. *Legras* [74] ajoute que la collaboration est une coopération pour laquelle des agents partagent un but commun et aucun autre but personnel incompatible.

3.3.2.1 *Les systèmes de négociation coopérative*

Dans des systèmes multi-agents coopératifs, il est typique que chaque agent ait son propre ensemble de buts qui peuvent potentiellement rentrer en conflit avec les objectifs des autres agents du système.

Dans ces cas, les agents utilisent des protocoles de négociation pour résoudre leurs conflits de telle sorte que le résultat soit acceptable pour toutes les parties impliquées [112]. Les agents sont capables de mettre en œuvre des solutions plus efficaces en coopérant qu'en établissant des solutions individuelles. Ce type de négociation coopérative peut être décrit comme un processus de prise de décision pour résoudre un conflit impliquant deux ou plusieurs parties sur plusieurs objectifs interdépendants, mais non mutuellement exclusifs [75].

Par exemple, [112] propose un système multi-agents pour gérer l'espace aérien national. Un agent a été implémenté au sein de chaque avion pour gérer les conflits que peuvent rencontrer les avions. Le modèle proposé utilise des stratégies de négociation coopérative pour la résolution des conflits de trafic aérien. Les agents utilisent un protocole de concessions monotoniques [115] consiste à faire des propositions et contre-propositions en diminuant l'utilité des offres proposées jusqu'à atteindre une offre qui peut être acceptée par les deux agents.

Boutilier [7] propose un modèle de négociation coopérative pour l'allocation des ressources au sein d'un système autonome distribué. Le modèle repose sur une stratégie d'élicitation d'utilité calculée incrémentalement. De plus, il utilise des algorithmes de *minimax regret* pour l'optimisation des allocations de ressources. *Minimax regret* est une approche pour minimiser les pires cas de décisions regrettables. C'est un critère de décision couramment utilisé dans des domaines où il existe des incertitudes strictes ne pouvant pas être calculées de façon probabiliste [6].

Similairement, *Jonker et al* [56] proposent un modèle de négociation multicritères coopérative pour le e-commerce pour lequel ils utilisent une approche heuristique pour calculer l'utilité des critères et modélisent des agents capables d'explorer conjointement l'espace des résultats possibles avec des informations limitées.

3.3.2.2 *Les systèmes de négociation collaborative*

La négociation collaborative a été étudiée comme une méthode qui facilite l'échange d'informations, la compréhension mutuelle et prise de décision conjointe [55].

Dans cette perspective ABEN [54], un Framework de négociation collaborative appliqué au domaine des conceptions techniques a été réalisé. Le modèle proposé a pour but de résoudre les divergences entre les concepteurs lors de la coopération, qui permet de mettre en œuvre un processus de synthèse dans lequel les concepteurs coconstruisent pour développer une meilleure compréhension des tâches de conception, de meilleures façons de concevoir et de nouvelles alternatives comme solutions de conception. La stratégie de négociation a

pour objectif d'utiliser des protocoles d'argumentation pour permettre aux négociateurs d'expliquer leurs points de vue et leurs attentes. L'objectif est d'atteindre une (*ZOPA Zone of Possible Agreement*). Une extension de ce modèle appelé *ANED* a été proposée qui possède en plus un protocole de négociation fournissant des formats de message de communication, et une information de conception de mappage de modèle de contexte de conception au protocole et au processus [55].

Enfin, un système multi-agents pour représenter un réseau de chaine d'approvisionnement de fabrication qui utilise la négociation collaborative pour la résolution des conflits [53]. En effet, à la réception de chaque commande, le système définit un ensemble de spécification des exigences matérielles. Le processus de négociation collaborative se trouve être efficace afin de trouver rapidement un fournisseur capable de répondre aux exigences matérielles.

3.3.2.3 *Conclusion*

Les travaux en négociation présentés ici couvrent les questions stratégiques de la négociation, proposent des modèles adaptés à l'environnement d'application qu'ils soient compétitifs, coopératifs en encore collaboratifs. Dans le cadre de cette thèse, nous nous intéressons plus particulièrement à l'implémentation d'un modèle de négociation collaborative avec un utilisateur humain. Les négociateurs partagent un objectif commun et par conséquent adoptent une stratégie honnête.

Cependant, dans le cadre d'une négociation avec un utilisateur humain, l'agent doit être en mesure de comprendre le processus décisionnel d'un humain. Contrairement à un agent rationnel, les décisions prises par un négociateur humain ne sont pas toujours motivées par un processus rationnel. Elles sont influencées par des ses émotions et le contexte social de la négociation comme nous l'avons présenté dans la section 3.2.

Nous présentons dans la section suivante, les travaux en informatique affective qui étudient l'aspect social dans les processus décisionnels au cours d'une négociation entre un agent et un humain.

3.3.3 *Aspect social dans les modèles de négociations automatiques*

Les agents de négociation rationnels sont capables de définir des stratégies de négociations efficaces et qui dépassent même les capacités humaine en termes d'optimalité [57]. Néanmoins, comme nous l'avons présenté dans la section précédente, le processus de négociation est aussi un processus émotionnel complexe qui peut modifier les stratégies de négociation [9].

De ce fait, un agent qui va négocier avec des humains ou remplacer les humains sur un processus de négociation doit être en mesure de comprendre l'apport des comportements sociaux aux stratégies de négociation. Un agent purement rationnel ne peut donc pas complètement représenter la stratégie d'un humain.

C'est pourquoi plusieurs études en négociation automatique se sont intéressées à l'apport de l'affect et des émotions sur la négociation.

Nous présenterons dans cette section quelques contributions majeures dans ce domaine.

3.3.3.1 *Négociation affective*

Parmi les premiers modèles de négociation affective, l'agent diplomate [67] qui a été conçu pour pouvoir négocier dans un environnement complexe qui impliquant un large choix de stratégies. L'agent diplomate est implémenté avec un panel de personnalités qu'il choisit en fonction de son environnement et la personnalité de son interlocuteur. Un algorithme d'apprentissage lui permet de déterminer la personnalité respective de ses interlocuteurs.

Dans un autre domaine, *Gratch* [41] présente une plateforme nommée *"the misrepresentation game"*. L'utilisateur est confronté à un agent négociateur qui peut de cacher et mentir sur ses préférences tout en paraissant équitable et honnête. Par exemple, l'agent peut signaler à un adversaire qu'il préfère un objet tout en étant vraiment en faveur d'un autre. Dans un contexte conflictuel, l'agent va tenter de maximiser ses gains en cachant ses préférences réelles. Les auteurs ont montré que les participants étaient plus disposés à accepter les offres d'un agent qui donnait une présentation fausse de ses préférences que quand il était honnête. Cette affirmation n'est vraie que dans le cas où les participants percevaient un échange d'information (l'agent accepte aussi de communiquer ses préférences). Par conséquent, l'agent devait trouver un équilibre entre l'équité relative de l'offre et l'équité relative de l'échange d'informations [41].

3.3.3.2 *Agents négociateurs avec comportements sociaux*

Sur la base des travaux en psychologie sociale qui ont mis en exergue l'impact des émotions sur la négociation [105]. Des chercheurs en informatique affective ont repris ces recherches dans le contexte de négociations entre un humain et un agent autonome. *De Malo et al* [81, 82] proposent un agent négociateur capable d'exprimer des émotions de colère et de joie. Ils démontrent qu'en fonction de l'émotion affichée, le négociateur humain change sa stratégie de concession. En effet, les négociateurs concèdent plus à un agent en colère qu'un agent joyeux. Dans la même veine, *Dehghani et al* [22] ont étudié l'influence des émotions telles que la colère et la tristesse dans le contexte de négociation sur des sujets moraux. Ils présentent un agent négociateur qui exprime des émotions à travers des expressions faciales.

Les résultats obtenus montrent que les négociateurs qui associent une valeur morale à l'objet de la négociation faisaient des concessions plus importantes face à l'agent triste. À l'opposé, les participants rejetaient plus les propositions d'un agent en colère. De plus, une réciprocité des émotions a été trouvée, les participants ressentaient plus de tristesse à la fin d'une négociation avec un agent triste.

Enfin, *De Melo* [82] dans une étude, montre que la perception de ces émotions est plus importante chez un avatar en comparaison à un agent. C'est-à-dire que l'expression des émotions chez un avatar va

influencer de manière plus importante le comportement de l'humain et affecter son processus de prise de décision.

Les agents avec des comportements sociaux se sont montrés aussi performants dans l'apprentissage de négociation à des novices. [10] propose un système de réalité virtuelle pour la formation à la négociation avec un agent doté de comportements sociaux tels que l'expression des émotions et la capacité d'expliquer ses choix. En effet, l'agent est capable d'exprimer trois émotions (joie, colère et tristesse). De plus, afin d'aider les négociateurs à analyser les comportements de leurs adversaires et de connaitre leurs préférences, l'agent est défini avec un module qui lui permet d'expliquer ses choix et ses stratégies employées durant la négociation. Cet agent permet aux négociateurs novices d'améliorer leurs compétences de conversation et leurs connaissances en négociation.

Gratch et al [40] présentent l'agent *"Conflict Resolution Agent"* implémenté dans un environnement virtuel capable de négocier avec le novice en langage naturel. Il peut aussi exprimer un panel de comportement sociaux. Une étude menée par eux a révélé que les novices se sentaient plus à l'aise en négociant avec l'agent, et montrent plus d'intérêt. Toujours dans la même perspective, *Jonker* [57] présentent "Pocket Agent" un NSS avec des compétences sociales. Ils affirment que l'agent permet au novice de réguler ses émotions et de gérer les conséquences négatives des émotions lors de la négociation.

Ces systèmes révèlent que les capacités sociales et plus précisément les émotions exprimées influencent les stratégies des négociateurs humains et changent les résultats de la négociation. À notre connaissance aucune recherche ne s'est intéressée à l'impact de la dominance interpersonnelle sur les stratégies de négociation dans le contexte agent/humain.

Néanmoins, des travaux existants ont déjà travaillé à modéliser des comportements verbaux et non verbaux de dominance pour des agents conversationnels.

3.4 COMPORTEMENTS DE DOMINANCE CHEZ LES AGENTS CONVERSATIONNELS

La communauté en informatique affective a vu naitre un large panel d'agents conversationnels avec des compétences sociales. Dans cette section, nous présentons les travaux existants sur des agents virtuels capables d'exprimer et de percevoir des comportements de dominance.

Bruijnes [11] présente un agent virtuel qui joue le rôle d'un suspect dans un jeu d'entrainement d'interrogatoire de police.

Ils utilisent la théorie de circumplex interpersonnel présenté par *Leary* [73] pour modéliser le statut de l'agent lors de l'interaction (interrogatoire)

L'agent est défini avec un *stance manager* qui révise le statut de l'agent. En effet, sur la base des travaux en psychologie sociale qui affirment que le statut est complémentaire, l'agent révise sa position de statut dans le circomplexe interpersonnel après chaque réception

d'un acte de dialogue émis par l'utilisateur. La stratégie de l'agent est basée sur la perception de son statut lors de l'interaction, c'est à dire, en fonction du statut de dominance de son interlocuteur, l'agent révise son statut et décide de la stratégie à adopter. La stratégie de l'agent consiste en un ensemble de comportements : moment de prise de parole, interruption, ou au contraire rester silencieux, la gestion de silence ou chevauchement dans la prise de parole. L'agent peut aussi simuler des interruptions de locuteur en temps réel en fonction du statut interpersonnel de l'auditeur.

Le système *IGaze* [65] est un agent humanoïde semi-immersif capable d'adopter des comportements spécifiques en fonction de sa personnalité, son statut et son humeur. Il définit une stratégie du regard qui lui permet d'exprimer des comportements de dominance/soumission. La stratégie de dominance se manifeste quand l'agent engage et maintient un contact visuel pendant qu'il parle, et après avoir parlé, il détourne immédiatement son regard. À l'opposé, la stratégie soumise consiste à regarder l'interlocuteur de temps en temps brièvement et immédiatement détourner le regard dès qu'un contact visuel est établi.

Dans cette continuité, *Bee et al* [3] se sont intéressés à la perception de la dominance à travers les mouvements de tête et du regard d'un agent artificiel. Ils ont constaté suite à une étude que la dominance était associée à des mouvements de tête surélevés, alors qu'une tête baissée était perçue moins dominante.

Suite à cela, *Gebhard et al* [38] ont proposé un recruteur virtuel pouvant jouer deux personnalités distinctes (une personnalité amicale et une personnalité exigeante). Afin de modéliser les comportements de l'agent exigeant, les auteurs se sont basés sur les comportements verbaux et non verbaux de dominance. En effet, l'agent exigent utilise plus de gestes qui sont caractérisés avec un grand paramètre spatial associé à une posture imposante (par exemple l'inclinaison de la tête sur un côté avec contact visuel) [38]. Ses expressions faciales sont associées à des émotions négatives (par exemple, la détresse, la colère ou le reproche). De plus, il utilise une stratégie du regard similaire à l'agent IGaze.

Il utilise des pauses plus longues pour montrer sa dominance dans les explications et les questions.

Sur l'aspect verbal, l'agent pose des questions et fait des commentaires qui sont perçus comme stricts et qui contiennent peu de formules de politesse.

Les comportements ont pour but d'induire le stress chez l'utilisateur.

De leur côté, *Bee et al* [4] se sont intéressés à la combinaison du regard et des comportements linguistiques sur la perception de la dominance sociale. Leur étude menée avec l'agent Alfred a révélé qu'un style linguistique agréable affecte inversement la perception de la dominance [4]. Cependant, aucun résultat n'a été trouvé pour l'extraversion.

Lance et Marsella [70, 71] se sont aussi intéressés aux mouvements de la tête et du corps pendant les changements de regard. les résultats de leur étude montrent une corrélation entre les mouvements de la

tête et le changement du regard sur la perception de la dominance. En effet, une inclinaison de la tête vers le haut évoque la dominance et une inclinaison vers le bas est liée à une perception de soumission. Cependant, dans cette étude les comportements d'inclinaison de la tête étaient isolés des autres comportements pouvant apparaître lors de l'interaction (*e.x. parole*).

Toujours dans le contexte des comportements non-verbaux, *Strassmann et al* [98] ont analysé quels étaient les comportements non verbaux perçus comme dominant ou soumis.

Les participants ont jugé deux agents ; un agent dominant qui exprime des comportements tels que la posture akimbo, bras croisés, tête sagittale et occupant un large périmètre. Un agent soumis qui a des bras ouverts, tête sagittale vers le bas et occupe un espace restreint.

Ils montrent que la posture akimbo et les bras croisés sont les comportements qui ont été le plus associés à la dominance. À l'opposé, se touche le cou avec la main et le regard vers le bas, évoquent plus de la soumission.

Dans une autre perspective, *Ravenet et al* [87] ont étudié les comportements non verbaux de dominance associés aux attitudes sociales de l'agent. Dans une étude, ils ont demandé aux participants de relier les comportements non verbaux d'un personnage virtuel à ses attitudes interpersonnelles. Ces données ont été ensuite analysées pour rejoindre les résultats trouvés dans les études présentées ci-dessus.

En résumé, une attitude dominante est caractérisée par une expression faciale négative, associés à des mouvements de la tête et de gestes des bras, l'absence d'évitement du regard et une position de la tête vers le haut. Les gestes sont caractérisés par un grand paramètre spatial. En revanche, une attitude soumise est caractérisée par une expression faciale neutre, des mouvements de la tête seulement (pas de gestes de bras), et une position de la tête vers le bas. Pour éviter le regard, il y a une petite préférence pour le regard sur la valeur. Les paramètres spatiaux et de puissance reçoivent une petite valeur lorsque les gestes sont activés [87]. Ces données ont permis par la suite de modéliser un réseau bayésien pour créer un modèle computationnel de comportement non verbal en fonction de l'attitude interpersonnelle du personnage et de ses intentions sociales.

L'implémentation d'attitudes sociales a aussi été intégrée dans l'agent recruteur *Tardis* [113]. C'est un agent virtuel socialement adaptable pouvant adapter son comportement en fonction de constructions sociales (par exemple attitude, relation sociale) mises à jour en fonction du comportement de son interlocuteur.

Nous avons présenté dans cette section les contributions majeures concernant la modélisation et la perception de la dominance. Cependant, la majorité de ces travaux se focalisent sur les comportements non verbaux. Peu de travaux encore s'intéressent à la modélisation de la relation interpersonnelle de la dominance entre un agent et un utilisateur et son expression à travers des comportements verbaux et décisionnels.

3.5 contributions de la thèse

Nous avons présenté dans ce chapitre le contexte de ce travail pluridisciplinaire mêlant la modélisation d'agent négociateur et théories comportementales issues de psychologie sociale.

Sur l'aspect informatique, nous avons présenté l'évolution des modèles de négociation automatique, qui actuellement ont pour but de négocier avec des humains ou proposer des sessions d'entraînements à des novices. Nous avons ensuite discuté l'importance de doter l'agent de comportements sociaux lors des négociations. Cet aspect est d'autant plus important que l'interaction s'inscrit dans un contexte collaboratif où nous cherchons à maintenir de bonnes relations. Nous avons présenté différents modèles de négociation qui ont montré un apport positif à modéliser ces comportements sociaux.

En parallèle, nous avons présenté les travaux en psychologie sociale qui montrent l'impact important de la relation interpersonnelle de dominance sur les comportements des négociateurs et les stratégies qu'ils déploient.

Néanmoins, à notre connaissance, peu de travaux en informatique prennent en compte la relation de dominance les comportements verbaux qui en découlent pour définir les stratégies de négociation de l'agent.

Par conséquent, le travail présenté dans cette thèse apporte deux contributions principales. Notre première contribution est de construire un modèle de négociation collaborative dont le modèle décisionnel prend en compte les comportements de dominance. La première étape consiste à proposer un système de négociation permettant à l'agent d'interagir avec un utilisateur : un domaine de négociation est proposé grâce auquel l'agent peut prendre en compte ses préférences pour négocier. De plus, nous proposons des actes de dialogues pour communiquer avec l'utilisateur.

Ensuite, en nous basant sur la littérature en psychologie sociale, nous présentons un ensemble de stratégies de négociation liées à la dominance. Ces stratégies sont ensuite implémentées dans le modèle décisionnel de l'agent, ce qui lui permettra d'adopter une stratégie spécifique à sa position dans le spectre de la dominance. Le résultat de sa stratégie est le choix de l'acte de dialogue à énoncer à chaque tour de négociation.

Notre seconde contribution est de simuler une relation interpersonnelle de dominance entre l'agent et l'utilisateur. Pour ce faire, l'agent doit être capable de (1) distinguer les comportements de dominance de son interlocuteur et de (2) réviser sa position dans le spectre de dominance afin d'afficher un comportement complémentaire à celui de son interlocuteur. Pour réaliser cette adaptation, nous définissons un modèle de la théorie de l'esprit à base de simulation qui aura pour but de prédire la dominance de l'interlocuteur. Ensuite, notre système de négociation sera étendu pour qu'il puisse dynamiquement s'adapter de façon complémentaire aux comportements de l'utilisateur tout en restant cohérent.

Deuxième partie

CONTRIBUTIONS THÉORIQUES ET MÉTHODOLOGIQUES

4 MODÈLE DE NÉGOCIATION COLLABORATIVE

Sommaire

4.1 Collecte de données 42
- 4.1.1 Analyse de la structure de dialogue 43
- 4.1.2 Exemple d'analyse 43
- 4.1.3 Résultats de l'analyse 44
- 4.1.4 Structure d'un dialogue de négociation collaborative 45
- 4.1.5 Aspect dialogique de la négociation collaborative 46
- 4.1.6 Structure intentionnelle et attentionnelle 47

4.2 Domaine de négociation 47

4.3 Représentation formelle des éléments de la négociation 48
- 4.3.1 Préférences 48
- 4.3.2 Utilité des critères : Satisfiabilité 49
- 4.3.3 Communication 50
- 4.3.4 Mise à jour des connaissances durant la communication 53

4.4 Conclusion 55

La principale contribution de cette thèse est d'étudier l'impact de la relation interpersonnelle de dominance sur les stratégies de négociation dans le cadre de négociation collaborative entre un agent conversationnel et un utilisateur humain. Pour ce faire, nous commencer par mettre en œuvre un modèle de négociation à travers lequel les négociateurs formulent leurs préférences et de communiquent.

Dans ce chapitre, nous présentons notre modèle de négociation collaborative sur lequel sera construit notre modèle de décision basé sur la dominance.

Afin de définir un système de dialogue dans lequel la relation de dominance régit le choix du prochain énoncé, nous avons d'abord enregistré des dialogues de négociation entre deux personnes afin d'observer leurs comportements dans un cadre de dialogue social de type "négociation collaborative". Nous avons annoté et analysé les dialogues. Cette étude nous a livré un ensemble d'informations sur les comportements des négociateurs que nous présenterons dans la première section de ce chapitre. Les informations collectées grâce à l'observation des comportements humains nous a guidé dans la conception de notre modèle de négociation.

Dans la seconde section, nous présentons le domaine de négociation utilisé. Dans le cadre de cette thèse, nous nous basons sur les modèles de négociations multicritères largement utilisés dans la mise en œuvre de systèmes de négociations automatiques [56, 68, 69]. Nous réutilisons les principes de modélisation multicritères du domaine de négociation et nous l'adaptons à une négociation avec un humain dont les préférences sont partielles.

La troisième section va porter sur notre modèle de communication basé sur des actes de dialogues. En effet, nous nous sommes réappropriés les actes de dialogue de *Grosz et Sidner* [43] pour la négociation collaborative.

4.1 COLLECTE DE DONNÉES

Afin de comprendre les mécanismes des comportements sociaux qui peuvent apparaître au cours d'une interaction humain/humain, nous avons mené une étude où nous avons demandé à des interlocuteurs de discuter/négocier pour trouver un restaurant où dîner de sorte que le restaurant leur plaise. Les interlocuteurs ne se connaissaient pas, de ce fait, ils ne connaissaient pas les goûts et les préférences de leurs interlocuteurs. Au total, nous avons enregistré deux dialogues de quinze minutes environ.

Une fois les dialogues enregistrés, nous les avons annotés. Ensuite, nous avons analysé la structure de chaque dialogue en suivant la théorie de *Grosz et Sidner* [94] qui stipule que la structure du dialogue est composée de trois éléments à savoir la structure linguistique, la structure intentionnelle et enfin l'état attentionnel. Nous présenterons dans ce qui suit la procédure de l'analyse ainsi que les résultats obtenus.

4.1.1 *Analyse de la structure de dialogue*

La théorie présentée par *Grosz et Sidner* propose que la structure d'un dialogue orienté tâche est constituée de trois éléments, chacun agissant sur un aspect du dialogue.

D'abord, *la structure linguistique* a pour but de décomposer le dialogue en une séquence de segments de dialogue (*DS : discourse segment*). Chaque segment est composé d'une séquence d'énoncés appartenant uniquement à ce dernier et d'un ensemble de sous-segments. Les énoncés au sein d'un même segment contribuent à un but unique. Cette décomposition est non stricte du fait qu'il est difficile de trouver des indices de segmentation. Des exemples d'indices proposés sont l'intention communicative commune à chaque DS, des expressions linguistiques comme l'utilisation de termes "d'abord, finalement, ...". Des indices plus subtils tels que le changement d'intonation, le temps de pause peuvent aussi être utilisés.

Vient ensuite *la structure intentionnelle*. En effet, un interlocuteur s'engage dans un dialogue poussé par une ou plusieurs intentions internes qu'on nomme *DP : discourse purpose*. Pour chaque *DS*, nous pouvons isoler un but spécifique noté *DSP : Discourse segment purpose*. Le but est d'analyser comment les *DSPs* participent à la satisfaction du *DS* initial. En outre, cette structure comprend l'analyse des relations entre les différents *DSPs*. Deux relations ont été identifiées, *dominance* et *satisfaction-precedence*. Si la satisfaction de l'intention d'un *DSP1* participe à la satisfaction de celle d'un *DSP2*, alors le *DSP1* **contribue** au *DSP2*. Par opposition le *DSP2* **domine** le *DSP1*.

Finalement, *l'état attentionnel* s'intéresse à l'abstraction de l'attention des participants au fur et à mesure que leur dialogue avance [94]. Il est défini avec une pile dynamique nommée *"focus stack"* qui enregistre les objets, propriétés et les intentions saillantes à un moment donné dans le dialogue. Le processus de manipulation des espaces dans le dialogue sur la pile attentionnelle (*focus stack*). Cette pile est aussi utilisée pour faciliter l'identification des relations entre les différents *DSPs*

4.1.2 *Exemple d'analyse*

Nous présentons dans cette section deux extraits de l'analyse en DSP que nous avons effectuée sur les deux dialogues préalablement enregistrés. Chaque texte a été édité afin d'améliorer son intelligibilité en supprimant les pauses et des mots tels que "hmm, oué ...". Les deux analyses sont présentées dans les figures 4.2,4.1.

Pour chaque dialogue, nous avons effectué l'analyse suivante. D'abord, nous nous sommes intéressés à la structure linguistique. En effet, nous avons extrait les actes de dialogues de chaque tour de dialogue, que nous avons ensuite regroupé en *DS*.

La seconde étape consistait à effectuer l'analyse intentionnelle. Pour ce faire, nous avons analysé l'intention cachée derrière chaque *DS*. Par conséquent, nous avons formulé les intentions comme présentées dans

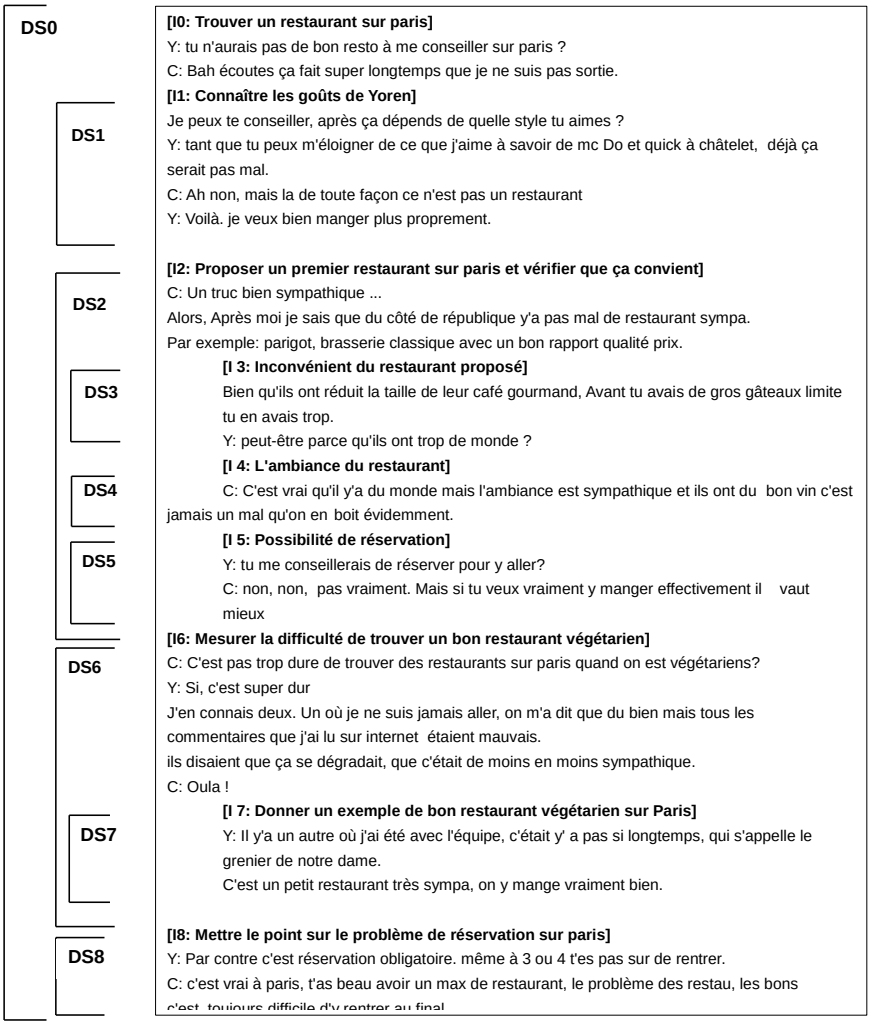


FIGURE 4.1 – Exemple d'une décomposition en *discourse segment DS* effectué sur le dialogue 1

les figures 4.2,4.1. L'état attentionnel nous a aidé à la construction des différents *DS* et a la formulation des leurs intentions.

Une fois les intentions identifiées, nous avons analysé les relations de dominances et de dépendances entres les différents *DS*s. Les relations de dominance sont présentées dans la table 4.1 et les relations de satisfaction dans la table 4.2 .

4.1.3 *Résultats de l'analyse*

L'analyse en DSPs nous a révélé un nombre de comportements intéressants tant sur l'aspect structurel de la négociation que sur les stratégies de négociations déployées par les interlocuteurs.

DS0

[I0: Où aller manger ce soir]

B: ou est que tu veux aller manger ce soir ?

A: ..., bah moi je vais souvent manger au même restaurant à paris, au fait.

DS1

[I1: Proposition d'un restaurant breton]

A: Alors j'avoue j'aime bien les restaurants breton.

A: J'aime bien manger des crêpes.

B: j'ai passé 3 ans à Rennes...

A: Souvent les bonnes crêperies sont à Montparnasse.

A: Je vais souvent à une crêperie qui s'appelle le Josselin et le petit Josselin. Il y'en a deux au fait.

A:Les crêpes sont très bonnes. Elles sont costaux mais elles sont très bonnes.

DS2

[I2 : Rejet de la proposition et comparaison avec ce que B connait]

B: Ayant passé 3 ans à Rennes. Les crêperies sur paris sont un peu moyennes.

A: tu trouveras de meilleures crêperies à Rennes.

DS3

[I3: Proposer un restaurant japonais]

B: Sinon j'aime bien japonais

A: Je n'aime pas du tout le japonais.

B: tu n'aimes pas tous ce qui est poisson cru ...

A: je n'aime pas trop la cuisine asiatique encore moins japonais.

A: Je n'aime pas trop les sushi déjà.

A: Non je ne suis pas trop cuisine asiatique

DS4

[I4: Proposer un restaurant]

B: du coup pas crêperie, pas japonais.

B: à Orsay, il y'a un restaurant brasserie qui s'appelle le gramophone à côté de la gare.

DS5

[I5: Proposition d'un restaurant africain + italien]

A: j'aime bien les restaurants italiens et africains aussi. c'est très bon aussi.

FIGURE 4.2 – Exemple d'une décomposition en *discourse segment DS* effectué sur le dialogue 2

4.1.4 *Structure d'un dialogue de négociation collaborative*

Sur l'aspect structurel, la décomposition du dialogue en *DS* nous a confirmé que les négociateurs s'intéressaient à différents critères pour le choix d'une option (les restaurants dans notre exemple). Ces critères sont négociés simultanément durant la négociation jusqu'à ce que les interlocuteurs trouvent un compromis acceptable sur les critères jugés importants. Par exemple, dans le dialogue présenté dans la figure 4.1, les interlocuteurs se sont plus intéressés à l'ambiance du restaurant et son emplacement pour le choix final. En revanche, dans le dialogue

Dialogue 1
I_0 DOM I_1
I_0 DOM I_2
I_0 DOM I_6
I_0 DOM I_8
I_2 DOM I_3
I_2 DOM I_4
I_2 DOM I_5
I_6 DOM I_7

Dialogue 2
I_0 DOM I_1
I_0 DOM I_2
I_0 DOM I_3
I_0 DOM I_4
I_0 DOM I_5

TABLE 4.1 – Relation de dominance entre les intentions

Dialogue 1
I_1 SP I_2
I_2 SP I_3
I_3 SP I_4
I_4 SP I_5

Dialogue 2
I_1 SP I_2
I_1 SP I_3
I_1 SP I_4
I_3 SP I_4

TABLE 4.2 – Relation de dépendance entre les intentions

4.2, les interlocuteurs se sont principalement concentrés sur type et la qualité de la cuisine.

De plus, les critères les plus importants sont les premiers à être abordés, et en cas de conflit, d'autres critères sont abordés. Ceci est confirmé par des travaux en négociations automatiques qui mettent en avant l'intérêt de la modalisation multicritère dans les systèmes de négociation [56, 69]. Ce point sera abordé plus en détail en section suivante.

4.1.5 *Aspect dialogique de la négociation collaborative*

Nous nous sommes aussi intéressés à l'aspect dialogique de la négociation. En effet, notre modèle se basant sur des actes de dialogue, nous avons analysé les informations échangées lors de la négociation. Nous avons récolté des informations sur le style linguistique sur lequel seront basés nos actes de dialogues. En effet, les négociateurs utilisaient deux types d'énonciations. Le premier type leur permettait d'exprimer leurs préférences sur les valeurs du critère discuté. Le second type d'énonciations était utilisé pour négocier, soit pour faire des propositions, les accepter ou les rejeter.

Par ailleurs, l'expression de ces énonciations était influencée par le style linguistique des négociateurs. Le style linguistique est influencé par les comportements de dominance. Nous avons observé que la personne dominante avait tendance à facilement exprimer ses préférences (*e.g.* voir *DS3*), argumenter ses choix et décisions dans le but de convaincre l'autre.

4.1.6 *Structure intentionnelle et attentionnelle*

Finalement, nous avons utilisé la structure attentionnelle et intentionnelle afin d'étudier les stratégies de négociation adoptées par les négociateurs. Nous avons étudié la manifestation de comportements durant la négociation influencée par la dimension de la dominance.

Les résultats obtenus montrent qu'une relation complémentaire de dominance s'installe entre les négociateurs. C'est-à-dire que dans la situation où un négociateur prend le pouvoir, l'autre parti accepte cette prise de pouvoir et adapte son comportement.

La prise de pouvoir se manifeste par les stratégies de prise de parole. Le négociateur avec un haut niveau de dominance avait tendance à prendre la parole plus fréquemment, et plus longtemps. Par exemple, en analysant le *DS1* et *DS3* de la figure 4.2, nous observons que l'interlocuteur *B* prend plus de tours de parole et pour chaque tour, plusieurs actes dialogiques sont énoncés.

Ces résultats obtenus ont soutenu les comportements de dominance relayés dans les travaux en psychologie sociale et nous ont aidés à orienter la conception de notre modèle de dialogue

4.2 DOMAINE DE NÉGOCIATION

La recherche en négociation automatique peut être divisée en deux catégories en ce qui concerne la représentation du domaine : négociation sur un critère et la négociation multicritère.

Dans le cadre d'une interaction avec un négociateur humain, la négociation multicritère est cruciale. En effet, dans un environnement humain, les négociateurs peuvent discuter de plusieurs critères simultanément, comme nous l'avons vu dans la section précédente. Nous avons observé que les négociateurs s'intéressaient à plusieurs critères pour le choix d'un restaurant. Par exemple le type de cuisine, la location ou encore l'ambiance de ce dernier. Ces critères sont abordés soit simultanément dans la négociation, soit un par un. C'est à dire que les négociateurs s'accordaient sur un premier critère avant d'aborder un autre, ou bien discutaient des différents critères jusqu'à aboutir a un compromis.

De plus, plusieurs travaux en négociation automatique ont mis en exergue l'apport de la négociation multicritère. Elle permet d'augmenter la coordination et collaboration durant le processus de négociation afin de rechercher un résultat qui apporte des gains communs pour les deux parties [56, 68, 69]. *Dedreu* [21] ajoute que la négociation multicritère offre un contexte pour différents types de stratégies coopératives. Certains négociateurs peuvent faire des concessions sur tous les critères. D'autres ont un ordre de priorité sur les critères où ils ont plus tendance à faire des concessions sur les critères avec une priorité faible.

Les résultats des précédents travaux nous ont motivés à utiliser une représentation multicritères pour modéliser notre domaine de négociation collaborative.

Il existe une vaste littérature sur la modélisation d'une négociation multicritère existe en négociation automatique [49, 56, 68, 69, 103]. Nous nous basons sur cette représentation pour décrire le domaine de négociation. De plus, nous nous basons dans cette thèse sur des travaux en économie spécialisés dans la décision multicritère [42] pour adapter la fonction d'utilité afin qu'elle supporte un ordre partiel de préférences sur les critères.

4.3 REPRÉSENTATION FORMELLE DES ÉLÉMENTS DE LA NÉGOCIATION

Le but de la négociation est de choisir une *option* O dans l'ensemble des options $\mathcal{O}$ comprenant toutes les options alternatives envisagées pour un sujet de négociation donnée.

L'évaluation de chaque option repose sur un ensemble de critères $\mathcal{C}$ reflétants les caractéristiques de l'option. Nous définissons l'ensemble $\mathcal{C}$ de n critères, et $C_1, \ldots, C_n$, comme le domaine de valeurs de chaque critère. Par conséquent, $\mathcal{O}$ peut être défini comme le produit vectoriel de $C_1 \times \ldots \times C_n$ et chaque option $O \in \mathcal{O}$ est un tuple $(v_1, \ldots, v_n)$.

Par exemple, une négociation collaborative qui porte sur le choix d'un restaurant peut être modélisée en prenant en compte quatre critères à savoir $\mathcal{C} = \{$*Cuisine, Prix, Emplacement, Atmosphère,* $\}$. La table 4.3 résume un exemple de domaine de valeurs possible pour chaque critère. Nous faisons l'hypothèse que l'agent connaisse toutes les options pour un domaine donné. Un exemple d'option est *Anterprima(Italien, coûteux, animé, Montparnasse)*. Au total, 638 options peuvent être généré à partir du domaine présenté dans la table 4.3.

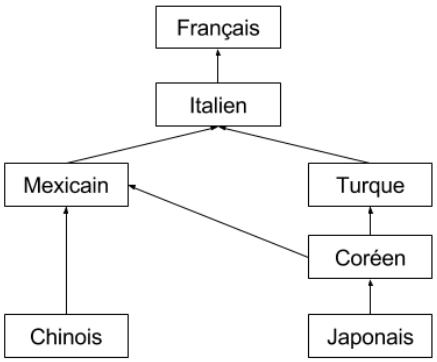
Nous utiliserons tout le long de ce manuscrit l'exemple d'une négociation collaborative pour le choix d'un restaurant.

Critère i	**Domaine de valeur** C_i
Cuisine	{Italien, Français, Japonais, Chinois, Mexicain, Turque, Coréen}
Atmosphère	{Animé, Calme, Romantique, Familial, Cosy, Moderne}
Prix	{Coûteux, abordable, a prix bas}
Emplacement	{Père Lachaise, Centre de Paris, Montparnasse, Tour Eiffel, gare du Nord}

TABLE 4.3 – Domaine de valeurs pour les critères de choix d'un restaurant

4.3.1 *Préférences*

L'agent conversationnel est défini avec un ensemble de préférences formalisé par un ordre partiel $\prec_i$, défini sur chaque domaine de critères C_i. Nous définissons la relation de préférence comme une relation binaire. Par exemple, $japonais \prec_{cuisine} italien$ signifie que l'agent pré-



(a)

Préférences	Critère cuisine
	Japonais $\prec_{cuisine}$ Coréen
	Chinois $\prec_{cuisine}$ Mexicain
	Coréen $\prec_{cuisine}$ Mexicain
	Coréen $\prec_{cuisine}$ Turque
	Mexicain $\prec_{cuisine}$ Italien
	Turque $\prec_{cuisine}$ Italien
	Italien $\prec_{cuisine}$ Français

(b)

FIGURE 4.3 – Exemple de modèle de préférences défini sur le critère cuisine

fère la cuisine italienne à la cuisine japonaise. Elle est aussi transitive, par exemple, l'agent dispose d'une autre préférence $italien \prec_{cuisine} franais$. Nous pouvons donc déduire que l'agent $japonais \prec_{cuisine} franais$.

Ces conditions garantissent que les préférences de l'agent soient cohérentes dans le domaine de la négociation ; et la condition de transitivité assure que toutes les valeurs soient comparables. Un exemple de modèle de préférences défini sur le critère de cuisine est présenté dans la figure 4.3.

4.3.2 *Utilité des critères : Satisfiabilité*

Les préférences étant un aspect essentiel dans la prise de décision durant la négociation, nous avons modélisé une fonction qui représente la valeur d'utilité ou satisfaction pour chaque valeur calculée à partir de l'ensemble des préférences.

Par conséquent, pour un critère $i \in \mathcal{C}$, pour une valeur $v \in C_i$, l'agent calcule sa *satisfaction* $sat_{self}(v \prec_i)$ pour cette valeur comme le nombre de valeurs qu'il préfère moins dans l'ordre partiel des préférences $\prec_i$. La valeur est ensuite normalisée dans l'intervalle $[0, 1]$:

$$sat_{self}(v, \prec_i) = 1 - \left(\frac{|\{v' : v' \neq v \ \wedge \ (v \prec_i v')\}|}{(|C_i| - 1)} \right) \tag{4.1}$$

La notion de satisfaction est généralisée pour chaque option $o = (v_1, \ldots, v_n) \in \mathcal{O}$ comme une moyenne des valeurs de satisfactions des différentes valeurs de critères. Il existe une grande quantité de travaux dans le domaine de la prise de décision qui traitent sur la combinaison de plusieurs critères pour le calcul d'utilité en utilisant par exemple des moyennes pondérées ou des intégrales de Choquet. Nous nous ne intéressons pas dans nos travaux à l'optimisation de la fonction

de calcul, pour cette raison nous optons pour une fonction simple d'agrégation de préférences.

$$sat_{self}(o, \prec) = \frac{\sum_{i=1}^{n} sat_{self}(v_i, \prec_i)}{n} \tag{4.2}$$

Un exemple de valeurs de satisfactions calculées à partir de l'ensemble des préférences de l'exemple 4.3 est illustré dans la table 4.4

valeur	Japonais	Coréen	Chinois	Mexicain	Turque	Italien	Français
sat(valeur)	0.16	0.33	0.5	0.66	0.66	0.83	1

TABLE 4.4 – Valeurs de satisfiabilité pour le modèle de préférences défini sur le critère de cuisine

4.3.3 *Communication*

La modélisation des actes de dialogue est basée sur les travaux de Sidner [94] qui avait proposé des actes de dialogues qui permettent à un agent de communiquer dans le contexte de négociation collaborative. Ces actes lui permettent aussi de gérer son état mental en termes d'intentions et croyances communiquées durant la négociation.

Sur la base des actes dialogiques de Sidner, et de l'analyse des dialogues dans la section 4.1.5, nous proposons cinq types d'actes de dialogues génériques et deux actes additionnels pour la gestion de fin de négociation. Ce modèle de communication est implémenté sur la plateforme *Disco* [89], qui permet à l'agent de communiquer avec l'utilisateur via des actes de dialogues. Chaque acte de dialogue a un ensemble spécifique d'arguments et permet de lui associer une expression spécifique formulée dans un langage naturel.

Chaque type d'acte de dialogue prend un argument qui peut être soit un une valeur de critère $v \in C_i$, une option $o \in \mathcal{O}$ ou encore critère $i \in \mathcal{C}$. Les actes de dialogues sont présentés dans la table 4.5

4.3.3.1 *Catégorisation des actes de dialogue*

En fonction des informations qu'ils communiquent, ces actes de dialogues peuvent être divisés en trois groupes :

1. *Actes de dialogues informatifs* ; ce groupe fait référence aux actes de dialogues utilisés pour échanger des informations sur les préférences respectives des négociateurs, à savoir (*AskValue/AskCriterion* et *StateValue*).

   Nous avons fait le choix d'attribuer une seule valeur pour les actes informatifs, car nous avions observé dans les négociations humain/humain enregistrées que les négociateurs utilisaient généralement une formulation pour exprimer les valeurs qu'ils appréciaient ou non. Par exemple *I (don't) like Chinese restaurants* plutôt qu'une expression avec une comparaison binaire du type *I like Chinese more than French*.

2. *Actes de négociation* ; ces actes de dialogues permettent à l'agent de gérer la négociation en exprimant des propositions à son interlocuteur (*Propose*) ou bien de répondre à des propositions exprimées par son interlocuteur. L'agent peut accepter ou rejeter une proposition (*Accept, Reject*). Les valeurs en arguments dans les actes de négociation peuvent être soit des valeurs de critère comme ("Let's go to a Chinese restaurant"), soit des options ("Let's go to *Chez Francis*").
3. *Actes de fin de négociation* ; les actes (*NegotiationSuccess* or *NegotiationFailure*) sont utilisés pour clore une négociation soit par une réussite, soit par un échec. Le choix de l'acte dépend de l'état mental de l'agent. En effet, si une option est acceptée par les deux négociateurs, l'agent exprime alors un *NegotiationSuccess* et termine la négociation. Sinon, si la négociation échoue, alors l'agent exprime un *NegotiationFailure*. Les conditions d'échec d'une négociation sont présentées dans le chapitre suivant.

4.3.3.2 *Formalisation des actes en langage naturel*

La valeur $/v/$ dans la table 4.5 fait référence au format en langage naturel pour exprimer une valeur d'un acte de dialogue. Une partie importante dans la modélisation d'actes de dialogue pour une interaction avec un humain est la définition de l'expression en langage naturel associé à chaque acte. En effet, le format en langage naturel doit traduire fidèlement l'acte de dialogue pour chaque valeur qui y est associée. Cependant, en fonction du domaine de négociation, la formalisation des actes de dialogue peut varier. Trois contraintes se sont imposées dans le processus de formalisation en langage naturel.

Premièrement, la formalisation des actes en langage naturel devait avoir un style linguistique naturel, mais neutre pour ne pas biaiser la perception des stratégies des négociateurs. Nous avons montré dans le chapitre 2 que le contenu verbal avait un impact direct sur la perception des comportements de dominance. Notre but étant de manipuler les stratégies de négociation, le contenu verbal devait rester neutre pour ne pas ajouter un biais cognitif.

Deuxièmement, pour chaque acte, il faut définir une formulation qui puisse le distinguer et éviter ainsi toute confusion avec d'autres actes. Par exemple, pour proposer d'aller dans un restaurant japonais *Propose(Japonais)*, nous pouvons trouver une première formalisation : *" Est que tu veux aller dans un restaurant japonais ? "*. Cette dernière peut causer une ambigüité avec l'acte dialogique "*AskPreference(japonais)*". La formulation générique des actes est proposée dans la table 4.5. En outre, la formalisation doit prendre en compte le type de valeur associé à l'acte de dialogue. La valeur peut être soit une option, un critère ou une valeur de critère. Un exemple est donné dans la table 4.6 pour l'acte de dialogue *AskPreference*.

Les deux premières contraintes avaient pour but de gérer la formalisation générique des actes de dialogues. Cependant, en lançant des tests, nous nous sommes rendu compte que la spécification des textes en langage naturel devait prendre en compte le domaine du dialogue

Type d'acte de dialogue	Génération en NL	Postcondition
StateValue(v)	I like /v/.	Speaker : $v \in S_i$Hearer :$v \in A_i$
	I don't like /v/.	Speaker : $v \notin S_i$Hearer : $v \in U_i$
AskValue(v)	Do you like /v/ ?	
AskCriterion(i)	What kind of /i/ do you like ?	
ProposeOption(o)	Let's go to /o/.	$o \in P$
ProposeValue(v)	Let's go to a /v/.	$v \in P_i$
AcceptOption(o)	Okay, let's go to /o/.	$o \in T$
AcceptValue(v)	Okay, let's go to a /v/.	$v \in T_i$
RejectOption(o)	I'd rather choose something else.	$o \in R$
RejectValue(v)	I'd rather choose something else.	$v \in R_i$
NegotiationSuccess	We reached an agreement.	
NegotiationFailure	Sorry, but I no longer want to discuss this.	

TABLE 4.5 – Liste des actes de dialogues pour le modèle de négociation collaborative.

Condition	Formalisation en langage naturel
v= indéfinie	*What would you like ?*
$v \in \mathcal{C}$	*What kind of v do you like ?*
$v \in C_i$	*Do you like v ?*

TABLE 4.6 – Exemple de formalisation en langage naturel associé à *AskPreference(v)*

ainsi que le contexte courant de la négociation. Par conséquent, nous avons ajouté une adaptation qui prend en compte le contexte courant de la négociation pour la génération des formalisations en langage naturel. Un exemple pour l'acte *Accept* est présenté dans la table 4.7 dans le domaine des restaurants avec présentation du contexte.

Condition	Formalisation en langage naturel
v= indéfinie	*Okay. Let's go somewhere*
v est la dernière proposition	*Okay. Let's go to v*
$v \in C_i, O \in P \& v \in O$	*I prefer to go to v but not to O* *e.x.* I prefer to go to a japanese restaurant but not to Samura restaurant.
v n'est pas la dernière proposition	*In the end, I prefer to go to v*
$u^{-1} \notin Propose$	*You proposed v earlier. In the end that's suits me fine*

TABLE 4.7 – Exemple de formalisation en langage naturel associé à *AskPreference(v)*

Un exemple pour gérer les valeurs du domaine de négociation est présenté dans la table 4.8. Cet exemple définit la formalisation des propositions pour l'acte *Propose(v)* pour le domaine des restaurants.

Condition	Formalisation en langage naturel
v= indéfinie	*Let's go somewhere*
$v \in C_i$ (Italian)	*Let's go to an italian restaurant*
$v \in O$ (Anju)	*Let's go to the Anju restaurant. It's a lively, expensive Korean restaurant at Montparnasse.*

TABLE 4.8 – Exemple de formalisation en langage naturel associé à *Propose(v)* appliqué au domaine "*Restaurant*"

4.3.4 *Mise à jour des connaissances durant la communication*

Le choix d'un type d'acte de dialogue par l'agent est le résultat d'un processus décisionnel que nous détaillerons dans le chapitre 5.

Afin de prendre des décisions pertinentes, l'agent garde en mémoire l'historique des échanges d'informations formulées au cours de la négociation. En effet, après chaque acte de dialogue échangé, l'agent met à jour ses connaissances sur le contexte courant de la négociation, les informations échangées ainsi que ses connaissances sur les préférences de son partenaire de négociation.

4.3.4.1 *Historique de la négociation*

Premièrement, l'agent garde en mémoire les informations communiquées sur ses préférences.

Pour chaque critère $i \in \mathcal{C}$, l'agent construit un ensemble $S_i \subseteq C_i$ des préférences sur les valeurs de ce critère qu'il a déjà communiqué. Cela prévient la répétition d'informations échangées précédemment.

Deuxièmement, l'agent maintient aussi les propositions énoncées au cours de la négociation. Soient $P_i \subseteq C_i$, $T_i \subseteq C_i$ et $R_i \subseteq C_i$ les ensembles de toutes les valeurs proposées, acceptées et rejetées pour chaque type de critère. De même, nous considérons $P \subseteq \mathcal{O}$, $T \subseteq \mathcal{O}$ et $R \subseteq \mathcal{O}$ les ensembles de toutes les options proposées, acceptées et rejetées au cours de la négociation.

Enfin, l'agent garde en mémoire les préférences communiquées par son interlocuteur. Nous notons les ensembles $A_i \subseteq C_i$ et $U_i \subseteq C_i$, respectivement l'ensemble des valeurs que l'interlocuteur a communiquées comme appréciées (*I like* ...) et non appréciées (*I don't like* ...) à travers l'acte de dialogue *StatePreference*.

4.3.4.2 *Préférences de l'interlocuteur*

Dans le contexte d'une négociation collaborative, l'agent prend en compte les préférences de son interlocuteur pour prendre des décisions. Pour cette raison, l'agent a besoin de collecter des informations sur les préférences de son interlocuteur. En effet, l'agent utilise les ensembles A_i et U_i qui représentent les préférences de l'interlocuteur collectées lors des interactions, pour calculer une valeur de *satisfaction* qu'a l'interlocuteur pour toute valeur $v \in C_i$:

$$sat_{other}(v) = \begin{cases} 1 & \text{if } c \in A_i \\ 0 & \text{if } c \in U_i \\ 0.5 & \text{otherwise} \end{cases} \tag{4.3}$$

Notons que l'agent possède une connaissance partielle des préférences de son interlocuteur. Par conséquent, les préférences sur certaines valeurs peuvent rester inconnues. Dans le contexte d'une négociation collaborative, ces valeurs sont considérées comme *potentiellement satisfiables*. Par conséquent, nous leur affectons une valeur arbitraire fixée à **0.5**.

4.4 CONCLUSION

Ce chapitre a présenté les différents éléments de notre modèle de négociation collaborative essentiels pour étudier l'impact de la dominance durant la négociation. Nous avons fait le choix de construire un modèle de négociation générique capable de gérer différents sujets de conversation. De plus, nous avions l'objectif de définir un domaine qui nous permettrait de refléter différents comportements durant la négociation.

Premièrement, nous avons appuyé notre recherche par une collecte de données où nous avons enregistré des négociations humains/humain qui nous ont révélé nombre de comportements qui apparaissent au cours de la négociation. Ces résultats ont été discutés et nous ont permis de guider notre recherche. Entre autres, les résultats obtenus nous ont soutenus dans notre choix de modéliser une négociation multicritères. Nous avons donc présenté le domaine de négociation multicritère ainsi que la représentation classique de préférences.

Nous avons ensuite considéré les modèles de communication existants et nous avons choisi de nous appuyer sur une approche à base d'actes de dialogues implémentés dans DISCO [89]. Nous avons conçu notre propre modèle adapté à une négociation collaborative. En effet, les actes proposés permettent à l'agent d'une part d'échanger des informations sur les préférences et d'autre part de négocier. Ces actes ont pour fonction primaire d'interagir uniquement sur la tâche de la négociation, mais ne dotent pas l'agent de nuances d'expressivité dialogique qu'on retrouve habituellement dans les interactions humaines. Par exemple, nous avons codé le dialogue 4.2 à l'aide de nos actes de dialogues présentés dans la figure 4.4. Ces derniers sont capables de reproduire les tours de paroles qui impliquent une négociation comme dans le *DS5*. Cependant, ils ne peuvent pas prendre en compte les informations externes à la négociation. Par exemple, dans le *DS2*, les actes de dialogue ne peuvent pas capturer les informations autour de la négociation qui n'engagent pas un échange d'informations direct sur les préférences.

Ce modèle de négociation collaborative est utilisé pour construire un modèle de décision qui prend en compte les comportements de dominance. Le chapitre suivant présente donc la construction du modèle décisionnel de notre système de négociation. Nous présenterons un algorithme décisionnel capable de refléter différentes stratégies de négociation en fonction de la position de dominance de l'agent dans l'interaction.

[I0: Où aller manger ce soir]

B: *AskPrefrence(Paris)*

A: ..., bah moi je vais souvent manger au même restaurant à paris, au fait.

[I1: Proposition d'un restaurant breton]

A: *StatePreference(Breton,true)*

A: J'aime bien manger des crêpes.

B: j'ai passé 3 ans à Rennes...

A*: StatePreferecne(Montparnasse,true)*

A: Propose (Josselin)

A:Les crêpes sont très bonnes. Elles sont costaux mais elles sont très bonnes.

[I2 : Rejet de la proposition et comparaison avec ce que B connait]

B: Ayant passé 3 ans à Rennes. Les crêperies sur paris sont un peu moyennes.

A: tu trouveras de meilleures crêperies à Rennes.

[I3: Proposer un restaurant japonais]

B: *StatePreference(Japonais,true)*

A: *StatePreference(Japonais,false)*

B: tu n'aimes pas tous ce qui est poisson cru ...

A: *StatePreference(Asiatique,false)*.

A: Je n'aime pas trop les sushi déjà.

A: Non je ne suis pas trop cuisine asiatique

[I4: Proposer un restaurant]

B: du coup pas crêperie, pas japonais.

B: *Propose(Gramophone)*

[I5: Proposition d'un restaurant africain + italien]

A: *StatePreference(Italien,true) + StatePreference(Africain,true)*

B: *StatePreference(Africain,false)*

A: *AskPreference(italien)*

FIGURE 4.4 – Formalisation du dialogue 4.2 en actes de dialogue

5

MODÈLE DE DÉCISION BASÉ SUR LES COMPORTEMENTS DE DOMINANCE

Sommaire

5.1 Comportements de dominance et stratégies de négociation 58
5.2 Règles de décision 59
5.2.1 Sélection de l'acte de dialogue 59
5.2.2 Exemple 64
5.2.3 Limites des arbres de dialogue 65
5.3 Modèle de décision 66
5.3.1 Principe 1 : Niveau d'exigence 66
5.3.2 Prise en compte des préférences de soi Vs autrui 68
5.3.3 Contrôle de la négociation 69
5.4 Évaluation du modèle 70
5.4.1 Hypothèses 70
5.4.2 Étude 1 : Évaluation Agent/Agent 73
5.4.3 Étude agent/humain 80
5.4.4 Conclusion 84

Ce chapitre présente le modèle de décision d'un agent négociateur qui lui permet d'adapter sa stratégie de négociation à la relation de dominance qu'il vise à instaurer avec son interlocuteur. Dans la section 1, nous définissons les principes de décisions basés sur les comportements de dominance inspirés des travaux en psychologie sociale. Dans la section 2, nous présentons un premier modèle décisionnel utilisant des règles de décisions. Pour ce modèle, nous nous sommes basés sur la structure d'arbres définis dans *DISCO* [89] et nous discuterons ses limites. Ensuite dans la section 3, nous présenterons notre modèle décisionnel final qui prend en compte les comportements de dominance de l'agent associés à ses préférences pour construire sa stratégie de négociation. Enfin, nous présenterons deux études visant à valider le modèle décisionnel dans les deux cas d'interaction agent/agent et agent/humain.

5.1 COMPORTEMENTS DE DOMINANCE ET STRATÉGIES DE NÉGOCIATION

Comme nous l'avons présenté dans le chapitre 3, nous nous sommes essentiellement basés sur les travaux en psychologie sociale pour la définition de la dominance. La relation interpersonnelle de dominance est présentée comme la capacité d'exprimer des comportements verbaux et non verbaux par lesquels l'influence est atteinte [14]. Prenant cette définition comme point de départ, nous nous sommes ensuite intéressés à la manifestation des comportements de dominance durant le processus de négociation et comment ces comportements influençaient les stratégies de négociations dans le contexte d'interactions humain/humain.

Dans ce qui suit, nous présentons *trois principes* de comportements extraits des travaux en psychologie sociale qui ont étudiaient l'impact des comportements de dominance sur les négociateurs et leurs stratégies.

1. **Niveau d'exigence et de concessions :** Les négociateurs dominants affichent un niveau d'exigence plus important comparé aux négociateurs soumis. Par ailleurs, les exigences des négociateurs soumis diminuent avec le temps. Ceci se traduit par des concessions plus importantes comparées aux négociateurs plus dominants. [21]
2. **Soi *vs* autrui :** Les négociateurs soumis prennent en compte les préférences de leur interlocuteur dans la négociation, tandis que les négociateurs dominants sont centrés sur eux-mêmes et s'intéressent uniquement à la satisfaction leurs propres préférences. [21, 32]
3. **Contrôle du flux de la négociation :**
   Les négociateurs dominants ont tendance à faire le premier pas et à prendre les devants dans la négociation [79]. Ils sont centrés sur l'avancement du processus de prise de décision, en prenant des décisions rapides [114].

> À l'opposé, les négociateurs moins dominants visent à construire un modèle précis des préférences du partenaire de négociation. Par conséquent, ils posent plus de questions afin de collecter les informations nécessaires qui leurs permettent de prendre la décision la plus équitable (*ex.* faire des propositions) [20].

Notre but est de construire un modèle de décision capable d'illustrer ces comportements de dominance et par conséquent, adapter la stratégie de négociation en fonction de la dominance de l'agent.

Dans ce qui suit nous présenterons le modèle décision de l'agent qui prend en compte la relation de dominance.

5.2 RÈGLES DE DÉCISION

Dans le cadre de cette thèse, nous avons construit un premier modèle de décisions composé de règles de décision modélisées sous forme d'arbres de dialogues. L'implémentation de notre système de dialogue est gérée par le logiciel *Disco* [89]. Disco est une implémentation d'un "collaborative discourse manager" inspiré d'une théorie de dialogue collaboratif comme *Collagen* [88]. Disco est un système qui permet la génération de dialogues orientés tâches pour lequel il utilise le formalisme d'arbre hiérarchique pour la gestion des tâches. Il est implémenté avec le standard ANSI/CEA-2018 : chaque tâche est définie avec des préconditions, des effets et des postconditions. Les tâches sont regroupées par *recettes* munies de conditions d'applicabilité.

De plus, *Disco* a été étendu avec un module génération d'arbres de dialogues afin de communiquer et collaborer avec l'utilisateur pour la réalisation des tâches. Ce module est nommé Disco for Games (D4g) et permet de définir des sémantiques d'actes de dialogue.

Nous avons complété ce système avec les actes de dialogues présenté dans la section 4.3.3 afin qu'il puisse supporter la négociation sur les préférences.

Pour chaque acte de dialogue que l'agent reçoit, nous modélisons des règles de décisions sous forme d'arbre de décisions pour permettre à l'agent de décider du prochain acte de dialogue à énoncer.

Chaque branchement dans l'arbre dispose d'une condition d'applicabilité. Cette dernière prend en compte le contexte courant de la négociation. De plus, elle prend en compte la position de l'agent dans le spectre de dominance pour exprimer des stratégies de négociation compatibles avec sa relation de dominance.

5.2.1 *Sélection de l'acte de dialogue*

Nous avons initialisé l'agent avec un comportement de dominance parmi trois types de comportements inspirés de la littérature en psychologie sociale. L'agent peut suivre un comportement *dominant*, *soumis* ou *neutre*.

En fonction de l'acte de dialogue que l'agent reçoit, nous générons un ensemble de réponses possibles. Chaque réponse dépend de la position de dominance initiale de l'agent. Le système de dialogue offre

à l'utilisateur la liberté de choisir n'importe quel acte de dialogue pour son tour de parole. Disco déroule alors l'arbre de dialogue correspondant de gauche à droite (en commençant par la branche la plus à gauche). La première branche applicable rencontrée est directement exécutée sans vérifier les branches restantes.

Notons que dans la suite, chaque arbre de dialogue est défini avec une condition de sortie qui clôt la négociation avec un échec. Cette dernière est activée seulement par agent *dominant* dans la situation où toutes les valeurs restantes ne sont pas acceptables.

5.2.1.1 *AskPreference*

Quand l'agent reçoit un *AskPreference* de la part de son interlocuteur, la réponse de l'agent consistera à donner son avis sur la question : partager ses préférences sur la question demandée. Par exemple :

```
User : AskPreference(Japanese)
"Do you like Japanese cuisine ?"
Agent : StatePreference(Japanese, true)
"I like Japanese cuisine."
```

5.2.1.2 *State Preference(v)*

Durant le processus de négociation, les négociateurs partagent des informations sur leurs préférences via des *StatePreference(v)*. Par conséquent, quand l'agent reçoit ce type d'acte de dialogue, il a le choix entre deux stratégies possibles. Nous utiliserons l'exemple où l'interlocuteur ait exprimé *StatePreference(calme, true)* (I like calm restaurants) pour illustrer les choix de l'agent.

1. ACTES DE NÉGOCIATIONS : L'agent peut décider d'utiliser des actes de négociations et plus précisément un *Propose* suite à la réception d'un *StatePreference* pour deux raisons relatives à ses comportements de dominance. Nous présentons ci-dessous les conditions d'applicabilités ainsi que la valeur associée à l'acte dialogique *Propose*.

— L'agent propose la valeur v exprimée par l'interlocuteur. La condition d'applicabilité repose sur l'acceptabilité de la valeur v. En effet, si l'interlocuteur énonce apprécier v et que dans l'état mental de l'agent v est satisfiable, l'agent proposera donc de choisir la valeur v. Par exemple, suite au *StatePreference(calme, true)* énoncé par l'interlocuteur, si *Italian* est acceptable pour l'agent, il énoncera un *Propose(Italian)* au prochain tour. Ce comportement traduit le premier principe qui stipule que l'agent prend en compte les préférences de son interlocuteur dans la prise de décision.

— Le second cas illustre le troisième principe. En effet, dans un processus de négociation, plus l'agent est dominant, plus il veut prendre le contrôle de la négociation et faire avancer la prise de décision le plus rapidement possible. Ceci se traduit par des expressions de *Propose* jusqu'à arriver à un compromis. Pour ce

faire, l'agent analyse le contexte de la négociation afin d'évaluer s'il a collecté les informations suffisantes (les tours de *State-Preferences*) pour prendre une décision équitable. Nous avons proposé ce simple algorithme (voir figure 5.1), qui définit un nombre maximum de tours de paroles réservé à l'échange d'information. Cet algorithme prend en compte les comportements de dominance de l'agent. En effet, plus l'agent est soumis, plus il va chercher à collecter le maximum d'informations comme le spécifie le principe 3.

Une fois le nombre de tous maximums alloués à l'échange d'informations atteint, l'agent énonce une proposition avec une valeur acceptable.

II. PARTAGER DES PRÉFÉRENCES : Cette stratégie est activée si aucune condition d'applicabilité n'est satisfaite dans la première stratégie.

L'agent peut échanger des informations sur les préférences dans le but d'optimiser ses décisions pour un solution équitable. En fonction de contexte de la négociation, l'agent peut choisir un acte de dialogue précis.

1. *StatePreference(v)* : La première réponse possible est de partager ses préférences la valeur communiquée par l'interlocuteur. Pour cela, une condition d'applicabilité est définie. En effet, il faut que $v \notin S_i$, c'est à dire que l'agent n'a pas déjà communiqué son avis sur la valeur v. Dans notre exemple, cela voudrait dire que l'agent n'a pas encore partagé son avis sur la cuisine italienne.

   Cependant, si cette condition d'applicabilité n'est pas vérifiée (l'agent a déjà parlé de la cuisine italienne dans la négociation), l'agent peut échanger des informations sur d'autres valeurs en fonction de sa valeur de dominance.
2. *StatePreference (x)* : l'agent est *neutre*, il va exprimer ses préférences sur des valeurs qu'il n'a pas encore communiqués $x \notin S_i$ afin d'inciter son interlocuteur à partager des informations sur ses préférences.
3. *AskPreference (x)* : l'agent est *soumis*, il va respecter le principe 3 et essayer de collecter des informations sur les préférences de son interlocuteur $x \notin (U_i or A_i)$.

5.2.1.3 *Propose*

À la réception d'un *Propose*, l'agent doit décider d'accepter ou refuser la proposition. En conséquence, il choisit une réponse en fonction de ses comportements de dominance.

Pour calculer l'acceptabilité de l'offre reçue, l'agent met en application le principe 2. En fonction de sa dominance, l'agent est défini avec niveau d'exigence et de concessions.

I. NIVEAU DE CONCESSIONS Au fur et à mesure que la négociation évolue, si un compromis n'est pas trouvé, l'agent sera amené à faire

```
1: function MaxStatements
2:     nbTours = Nombre de StatePreferences exprimés successivement.
3:     maxTours
4:     if (dominant) then
5:         maxTours = 1
6:     if (peer) then
7:         maxTours = 2
8:     if (soumis) then
9:         maxTours = 4
10:    retrun nbTours ≥ maxTours
```

Figure 5.1 – Maximum de tours de *StatePreference* autorisé en fonction des comportements de dominance de l'agent

des concessions sur certains critères. L'agent dispose de relations de préférences sur les critères. Par exemple, il peut considérer que le type de cuisine est le critère le plus important pour choisir un restaurant. En fonction de son ordre de préférence et de sa dominance, l'agent peut faire des concessions sur des critères et ne plus les considérer comme importants dans sa prise de décision. C'est à dire, pour un critère donné, il va considérer que toutes les valeurs de ce critère sont maintenant acceptables.

Par exemple, il peut considérer que le critère de *localisation* n'est plus important pour le choix d'un restaurant. Par conséquent, il considèrera que toute valeur de *localisation* est désormais *acceptable*.

Nous présentons dans la figure 5.2, l'algorithme pour calculer si un critère est toujours important compte tenu l'état courant de la négociation. L'agent dominant est conçu pour considérer tous les critères importants. Cependant, un agent neutre ou soumis augmentera ses concessions en fonction de l'évolution de la négociation.

```
1: function isImportant(C)
2:     nbProposal = |P| + |R|        ▷ Les propositions non acceptées
   durant la négociation
3:     criteria = trier les critères par ordre décroissant de préférences
4:     minProposals    ▷ Le nombre minimums de propositions pour
   activer la concession
5:     if (dominant OR nbProposal < minProposals then)
6:         true          ▷ L'agent dominant ne fait pas de concessions
7:     else
8:         concession = (nbProposal − minProposal)/ minProposal
9:         return rank(C) < |C| − concession
```

Figure 5.2 – Calcul de l'importance d'un critère C

II. NIVEAU D'EXIGENCE Une fois que l'agent décide si un critère est important (dans le cadre d'une proposition concernant une valeur de critère), l'agent calcule l'acceptabilité de cette valeur en fonction de son niveau d'exigence. Plus l'agent est dominant plus il est exigent et donc tend à avoir un ensemble restreint de valeurs acceptables. Nous

```
1: function isAcceptable(proposal)
2:     if ( ¬ isImportant(type(proposal)) then
3:         return true
4:     List = trier les valeurs par ordre décroissant de préférences
5:     if (dominant OR neutre) then
6:         return index(proposal)< size(List)/2
7:     if (soumis) then
8:         return return index(proposal)< size(List)/4
```

FIGURE 5.3 – Calcul d'acceptabilité d'une proposition *value*

avons écrit un algorithme simple, présenté dans la figure 5.3 pour simuler ce comportement d'exigence.

En fonction du résultat obtenu à partir de ces deux fonctions, l'agent définit sa stratégie de réponse :

— *Accept(p)* : Si la proposition p est acceptable, l'agent accepte la proposition via l'acte de dialogue un *Accept(p)*. Sinon, l'agent doit faire évoluer la négociation pour trouver un meilleur compromis.

— **Stratégie de rejet :** En fonction de sa dominance, l'agent rejette une proposition de différentes manières :

  - *AskPreference(v)* l'agent est *soumis*, il choisit alors d'énoncer un acte de dialogue *Ask* tel que $v \notin (U_i or A_i)$. Les personnes soumises ont tendance à ne pas exprimer leurs opinions ouvertement. Pour cela, au lieu de rejeter une proposition non acceptable, l'agent change le sujet de négociation et active le principe 3 pour collecter plus de connaissances sur les préférences de son interlocuteur. Cette branche est applicable uniquement quand l'agent reçoit une proposition pour la première fois où il a déjà refusé deux propositions.
  - *Reject(p)* : l'agent est *neutre* ou *soumis*. Par conséquent, sa stratégie consistera à rejeter ouvertement toute proposition non acceptable.
  - *Propose(p1)* : L'agent *dominant* activera le principe 3 en énonçant un acte dialogique *Propose*. Son but est de faire évoluer la négociation en proposant une autre valeur qui respecte mieux ses préférences (p1 est acceptable voir figure 5.3).

5.2.1.4 *Accept*

Dans le cas où l'interlocuteur exprime un *Accept(v)*, nous séparons deux cas de réponses en fonction du type de la valeur acceptée v.

Premièrement, si la valeur est une *option* $v \in \mathcal{O}$, ça voudrait dire que l'interlocuteur a accepté l'option proposée par l'agent et un compromis acceptables pour les deux est atteint. Par conséquent, l'agent énonce un acte de dialogue qui clôt la négociation par un *succès*.

$v \in C_i$ est une valeur de critère. Donc, les négociateurs sont tombés d'accord sur une valeur qui clôt la négociation sur le critère courant. Pour continuer la négociation, l'agent "aborde" la négociation sur

un autre critère important (voir figure 5.2). La stratégie que déploie l'agent pour ouvrir la négociation sur le nouveau critère dépend de sa dominance et plus précisément du principe 3 :

— *Propose(x)* : un agent *dominant* entamera la négociation sur le nouveau critère en proposant une valeur qui respecte ses préférences afin de faire avancer le processus de négociation.

— *AskPreference(x)* : Comme présenté dans le principe 3, l'agent est *soumis* ouvre la négociation sur un nouveau critère en demandant à son interlocuteur ses préférences sur les valeurs de ce critère.

— *StatePreference(x)* : L'agent est *neutre* ouvre la négociation en communiquant ses préférences sur le nouveau critère à discuter.

La valeur x associée à tous ces cas possibles, représente la valeur que l'agent préfère le plus pour ce critère, c'est à dire, $sat(x) = 1$.

5.2.1.5 *Reject(p)*

Suite à un *Reject(p)*, l'agent déploie une stratégie spécifique à sa valeur de dominance :

— *AskPreference (v)* : Si la proposition d'un agent *soumis* est rejetée, il va considérer qu'il n'avait pas assez de connaissances pour prendre une bonne décision. Pour compenser, il va demander à l'utilisateur ses préférences sur des valeurs qu'il ne connait pas déjà.

— *Propose(p')* : Suivant le principe 3, l'agent *dominant* fait avancer la négociation en proposant de nouvelles valeurs. Cependant, si la valeur rejetée se trouve être la valeur qu'il préfère le plus (*i.e.* $sat(p) = 1$), il va refuser de concéder et donc proposer la valeur encore une fois. Ce comportement est fidèle au principe 2.

— *StatePreference (v)* : l'agent *neutre* continue la négociation en exprimant ses préférences sur d'autres valeurs qu'il n'a pas déjà communiquées. Le but est d'échanger le plus d'informations possible pour faire de meilleures propositions.

5.2.2 *Exemple*

Nous présentons un dialogue généré entre deux A et B implémenté avec notre modèle de dialogue, tel que l'agent A est dominant et l'agent B est soumis (voir figure 5.4).

L'agent A, initialisé avec un comportement dominant, initie la négociation en exprimant un *Propose* de la valeur qu'il préfère le plus *c.à.d.* la cuisine chinoise. (Activer principe 1 et 3). En revanche, l'agent B, soumis, active la première option de rejet et détourne la négociation de la cuisine pour négocier sur l'ambiance.

Les tours de paroles 3 et 4 sont consacrés à échanger des informations sur les préférences.

L'agent A propose la valeur *family* car c'est la valeur qu'il préfère le plus pour le critère Ambiance et ignore les préférences de l'agent B

1. **A:** $Propose(Chinese)$ "Let's go to a Chinese restaurant."
2. **B:** $AskPreference(Ambiance)$ "What kind of ambiance do you like?"
3. **A:** $StatePreference(family, true)$ "I like family restaurants."
4. **B:** $StatePreference(family, false)$ "I don't like family restaurants."
5. **A:** $Propose(family)$ "Let's go to a family restaurant."
6. **B:** $Reject(family)$ "Sorry, I'd rather choose something else, because I don't like family restaurants."
7. **A:** $Propose(family)$ "Let's go to a family restaurant."
8. **B:** $AskPreference(Cost)$ "What kind of cost do you like?"
9. **A:** $StatePreference(cheap, true)$ "I like cheap restaurants."
10. **B:** $Propose(cheap)$ "Let's go to a cheap restaurant."
11. **A:** $Propose(Jiliya)$ "Let's go to the Jiliya. It's a quiet, cheap Chinese restaurant."
12. **B:** $Accept(Jiliya)$ "Okay. Let's go to the Jiliya."

FIGURE 5.4 – Exemple d'un dialogue entre deux agents implémentés avec l'arbre décisionnel.

qui n'aime pas les restaurants familiaux. Ceci respecte le principe 1 qui stipule que les personnes dominantes sont égocentriques. A son tour, l'agent B rejette cette valeur et explique pourquoi.

Cependant, au tour de négociation 7, l'agent repropose la même valeur *family*. Comme nous l'avons expliqué plus haut, l'agent dominant ne cède pas sur les valeurs jugées très importantes ($sat(family) = 1$).

Dans le tour 8, l'agent soumis évite de réexprimer un refus et change le critère de négociation, pour parler du critère des prix.

Dans les tours 9 et 10, les agents s'accordent sur la valeur *cheap*. Ainsi, l'agent A propose un restaurant dont le prix est *cheap* mais le type de cuisine est *Chinese*.

Au final, l'agent B accepte cette proposition qui respecte les préférences des deux agents.

5.2.3 *Limites des arbres de dialogue*

Un module décisionnel à base d'arbre de dialogue repose essentiellement sur une modélisation manuelle de tous les cas possibles pouvant survenir à la réception d'un acte de dialogue. Par conséquent, ce processus est lourd et nécessite une révision constante à chaque apparition de nouveaux cas non modélisés.

De plus, pour chaque arbre de dialogue, *DISCO* déroule les branches en commençant par la plus gauche, et exécute la première branche dont la condition d'applicabilité est vérifiée. Cependant, si un cas non prévu apparait et aucune branche de l'arbre de réponses est applicable, l'agent sera face à *breakdown* et sera de l'impossibilité de générer une réponse à son interlocuteur.

En parallèle, nous avons fait une préétude où nous avions demandé à des participants de juger les comportements de dominance de deux agents implémentés avec notre modèle. Les résultats obtenus ont démontré une ambigüité dans la perception des comportements de dominance et la capacité à isoler l'impact de chaque principe sur la prise de décision.

Pour toutes ces raisons, nous devions repenser l'implémentation de notre modèle décisionnel. Deux solutions étaient possibles. La première solution est de complémenter les arbres de dialogues par un algorithme d'apprentissage, type arbres de décision ID3 [104]. Le problème de cette solution est que nous ne disposons pas d'un corpus de données annotées avec les principes de dominance.

Nous avons opté pour la seconde solution, qui propose un modèle computationnel avec des formules de décisions associées à chaque principe.

Ce dernier est pensé pour être plus fidèle aux principes de négociation et qu'il puisse refléter les comportements de dominance.

5.3 MODÈLE DE DÉCISION BASÉ SUR LES COMPORTEMENTS DE DOMINANCE

Nous proposons un modèle computationnel de décision, qui reprend les trois principes de dominance dans le modèle décisionnel de l'agent.

Nous présentons dans ce qui suit, l'adaptation algorithmique de chaque principe de dominance extrait de la psychologie sociale.

L'agent est défini avec une valeur de dominance $dom \in [0, 1]$ qui représente sa position de dominance dans l'interaction, tel que plus dom se rapproche de 1, plus l'agent est dominant.

5.3.1 *Principe 1 : Niveau d'exigence*

Selon notre premier principe, le niveau d'exigence devrait être plus important chez les agents dominants. Ce qui signifie que plus l'agent est dominant, plus l'ensemble des valeurs qu'il peut accepter est restreint. Cependant, au cours d'une négociation collaborative, les deux négociateurs sont amenés à réduire leur niveau d'exigences parce qu'ils veulent parvenir à un accord. Les psychologues observent des concessions plus importantes pour les négociateurs soumis.

Nous avons implémenté ces comportements en deux phases. En effet, afin de modéliser la différence d'exigence dans la négociation, nous avons implémenté une fonction de satisfiabilité qui prend en compte la valeur de dominance initiale de l'agent.

5.3.1.1 *Satisfiabilité*

Soit S l'ensemble de valeurs satisfiables pour l'agent (voir chapitre 4). Ceci se traduit par les valeurs que l'agent se dit *"aimer" (i.e. l'expression d'un StatePreference*). Cet ensemble varie en fonction de la valeur *dom* de l'agent :

$$\forall v, \;\; v \in S \;\; \text{iff} \;\; sat(v) \geq dom \tag{5.1}$$

En effet, une valeur est dite *satisfiable* si sa valeur de satisfiabilité est plus grande que la valeur de dominance de l'agent.

Par conséquent, pour chaque critère C_i, nous définissons l'ensemble S_i comme l'ensemble de valeurs satisfiables.

5.3.1.2 *Exemple*

Par exemple, pour le même ensemble de valeurs présentées dans l'exemple présenté dans la table 4.4 et les mêmes relations de préférences, deux agents avec des valeurs de dominance différentes n'ont pas le même niveau d'exigence.

Supposons, un agent$_A$ dont la dominance est à $dom_A = 0.7$ et un autre agent$_B$ dont la dominance est à $dom_B = 0.4$, pour le même ensemble de préférences (voir table 4.4), les deux agents ont un ensemble de valeurs satisfiables différentes comme présenté dans la table 5.1.

Agent	**valeurs satisfiables**
S_A	Italien , Français
S_B	Chinois, Mexicain ,Turque, Italien, Français

TABLE 5.1 – Ensemble de valeurs satisfiables de l'agent$_A$ et l'agent $_B$

5.3.1.3 *Concessions*

Concernant les comportements de concessions, nous avons élaboré une *courbe de concession* illustrée sur la figure 5.5.

Soit $self(dom, t)$ une fonction variant dans le temps, suivant la courbe de concession :

$$self(dom, t) = \begin{cases} dom & \text{if } (t \leq \tau) \\ max(0, dom - (\frac{\delta}{dom} \cdot (t - \tau))) & \text{otherwise} \end{cases} \tag{5.2}$$

tel que :

— $t \geq 0$ est le nombre de propositions ouvertes ou rejetées ayant été exprimées durant la négociation.

— $\tau > 0$ le nombre minimal de propositions pour que les concessions commencent.

— $\delta > 0$ un paramètre de calcul de la courbe de concession.

La fonction $self(dom, t)$ représente le poids que l'agent attribut à sa satisfaction personnelle par rapport à la satisfaction de son partenaire de négociation. Plus la dominance de l'agent est élevée, plus son

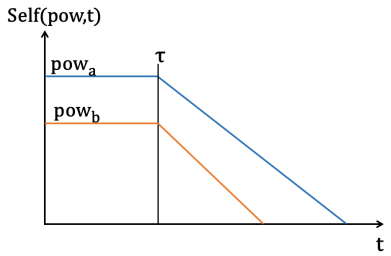


FIGURE 5.5 – Courbe de concession reprenant le principe 1

niveau d'exigence est important. Par ailleurs, la courbe de concession décroît plus rapidement pour des valeurs de dominance faibles.

Ces comportements d'exigences et de concessions sont modélisés pour calculer l'acceptabilité d'une proposition

5.3.1.4 *Acceptabilité*

L'acceptabilité d'une valeur de critère $v \in C_i$ est définie comme une fonction booléenne :

$$acc(dom, v, t) = sat_{self}(v, \prec_i) \geq (\beta \cdot self(dom, t)) \tag{5.3}$$

où $\beta > 0$ est un paramètre théorique qui définit le poids accordé au niveau d'exigence. Cette fonction est utilisée afin de déterminer si une proposition est acceptable. Par conséquent, nous notons $Ac_i(t) \subseteq C_i$ l'ensemble de valeurs acceptables du critère C_i au moment t de la négociation.

$$V_i(dom, t) = \{v \in C_i : acc(dom, v, t)\} \tag{5.4}$$

En effet, plus la négociation évolue plus l'agent est apte à faire des concessions. Par conséquent, le nombre de valeurs dans $Ac(t)$ évolue avec le temps. Nous notons, donc, $M(t) \not\subseteq Ac(t)$ l'ensemble des valeurs initialement non-satisfaisantes qui peuvent devenir acceptables en raison de concessions : $M(t) = Ac(t) \setminus S$.

La fonction d'acceptabilité est généralisable aux options $o \in O$:

$$acc(dom, o, t) = sat_{self}(o, \prec) \geq (\beta \cdot self(dom, t))$$

5.3.2 *Prise en compte des préférences de soi Vs autrui*

Selon notre second principe, les négociateurs dominants donnent plus de poids à leur propre satisfaction qu'a leur partenaire de négociation.

Pour implémenter ce principe dans le contexte de la négociation collaborative, nous calculons dans quelle mesure une proposition donnée est *tolérable* pour la satisfiabilité de l'agent et de son partenaire.

En effet, à chaque fois que l'agent énoncera une proposition, la valeur de cette dernière doit prendre en compte les préférences des deux interlocuteurs.

Donc, pour chaque critère $i \in \mathcal{C}$, considérons le sous ensemble $Ac_i(t) \subseteq C_i$ de valeurs acceptables pour l'agent.

Cet ensemble correspond à toutes les propositions acceptables qu'un agent pourrait faire à un moment donné de la négociation.

5.3.2.1 *Tolérabilité*

Nous calculons la tolérabilité d'une valeur donnée $v \in Ac_i(t)$ en équilibrant entre les préférences de l'agent et celles de son partenaire. Nous supposons que l'agent donne un poids à la satisfaction de son partenaire qui est complémentaire à son auto-satisfaction :

$$\begin{aligned} tol(v, t, \prec_i, A_i, U_i, dom) = {} & self(dom, t) \cdot sat_{self}(v, \prec_i) \\ & + (1 - self(dom, t)) \cdot sat_{other}(v, A_i, U_i) \end{aligned} \tag{5.5}$$

Nous généralisons cette fonction à toute option $o = (v_1, \ldots, v_n) \in O$:

$$tol(o, t, \prec, A, U, dom) = \frac{\sum_i^n tol(v_i, t, \prec_i, A_i, U_i, dom)}{n} \tag{5.6}$$

Par conséquent, l'agent propose la valeur la plus *tolérable* dans l'ensemble V_i :

$$propose(V_i, \prec_i, dom) = \arg\max_{v \in V_i}(tol(v)) \tag{5.7}$$

Par conséquent, plus l'agent est soumis, plus il va considérer les préférences de son interlocuteur.

Résumé des paramètres computationnels

- π ∈[0,1] : La frontière entre les comportements soumis et dominants utilisé dans le choix d'un type d'acte de dialogue.
- $\tau > 0$: le nombre minimal de propositions ouvertes ou rejetées avant le début de la concession.
- $\delta > 0$: paramètre dans la pente de la courbe de concession.
- $\alpha > 0$: Le nombre maximums d'actes de dialogues informatifs consécutifs.

5.3.3 *Contrôle de la négociation*

Le troisième principe stipule que les négociateurs dominants ont tendance à contrôler la négociation. Nous avons implémenté ce principe à travers un algorithme pour le choix de l'acte de dialogue à énoncer, comme présenté dans la table 5.2.

Nous avons défini un seuil π qui divise le spectre de dominance en deux, à savoir comportements dominants, où soumis.

Prenant en compte trois paramètres ; la valeur de dominance *dom*, l'acte de dialogue énoncé par le partenaire u^{-1} et l'état courent de la négociation, l'agent sélectionne le premier acte dans la table 5.2 dont la condition d'applicabilité est vérifiée.

Par exemple, un agent dominant mettra fin à la négociation dès que toutes les options restantes seront inacceptables (ligne 2). Un agent soumis rejettera et exprimera une *State*, afin de justifier son refus et expliquer pourquoi la proposition n'est pas acceptable (ligne 14). S'il n'y a pas de proposition ouverte, l'agent avec une dominance faible demandera de nouvelles informations (ligne 18 -19).

Dans notre modèle, un agent peut exprimer plusieurs actes de dialogues dans un même tour de parole. Ces cas sont représentés avec un signe " + " dans la table 5.2.

En fonction de la valeur de dominance, l'agent va adopter différentes stratégies dans la sélection de l'acte de dialogue à exprimer. En effet, dans les travaux en psychologie sociale, les négociateurs dominants se concentrent sur l'avancement de la tâche de négociation. Ceci se traduit par le choix d'actes de négociations (ProposeValue /ProposeOption, RejectValue /RejectOption, AcceptValue/ AcceptOption) comme il est présenté dans les lignes (4 à 10).

L'agent priorise les actes de négociations plutôt que les actes d'échanger d'informations sur les préférences. En effet, comme présenté à la ligne 3, après un nombre de tours α consacrés au partage d'informations, l'agent fera plutôt des propositions qu'informer le partenaire de ses gouts. Un exemple est présenté dans le dialogue 5.6.

Au contraire, un négociateur soumis se concentrera sur la construction d'un modèle précis des préférences de son partenaire afin de prendre la décision la plus équitable. Il se concentrera plus sur *actes d'échanges d'information* (StateValue ou AskValue / AskCriterion) comme le montrent les lignes (18-20). De plus, les mouvements de négociation sont limités par des conditions qui garantissent que l'agent ait rassemblé suffisamment d'informations sur les préférences de son partenaire avant d'exprimer une proposition (ligne 16-17).

5.4 ÉVALUATION DU MODÈLE

Dans cette section, nous présentons une première évaluation de notre modèle de négociation collaborative. Cette dernière a pour objectif de valider l'implémentation de notre modèle de négociation collaborative et d'étudier la perception des comportements de dominance exprimés par l'agent au cours d'une négociation. Pour ce faire, nous avons mené deux études, la première étude agent/agent où les participants avaient le rôle de juge externe pour évaluer le comportement des agents lors de leur négociation. La seconde étude visait à évaluer les comportements de l'agent au cours d'une interaction avec un utilisateur humain. Par conséquent, les participants ont négocié avec des agents pour ensuite évaluer leurs comportements.

5.4.1 *Hypothèses*

Nous avons défini quatre hypothèses qui reflètent les différents comportements et stratégies affichés par les agents lors de la négociation. Dans ce qui suit, nous noterons l'agent qui exhibe des comportements

	Nde ligne	**Acte de dialogue**	**Condition**
dom $> \pi$	1	NegotiationSuccess	$\exists o \in T \cup P, acc(dom, o, t)$
	2	NegotiationFailure	$\forall o \in \mathcal{O}, \neg acc(dom, o, t)$
	3	StateValue(v)	$type(u^{-1}) = AskPreference \wedge n < \alpha$ n est le nombre d'actes informatifs successifs
	4	AcceptValue(v)+ ProposeValue(c)	$\exists v \in P_i \ / \ acc(dom, v, t) \wedge \exists i \in \mathcal{C}, acc(dom, c, t)$
	5	AcceptValue(v)+ ProposeOption(o)	$\exists v \in P_i \ / \ acc(dom, v, t) \wedge \exists o \in \mathcal{O} / \ v \in o \wedge acc(dom, o, t)$
	6	RejectValue(v)+ ProposeValue(c)	$\exists v \in P_i \ / \ \neg acc(dom, v, t) \wedge \exists i \in \mathcal{C}, acc(dom, c, t)$
	7	RejectValue(v)+ ProposeOption(o)	$\exists v \in P_i \ / \ \neg acc(dom, v, t) \wedge \exists o \in \mathcal{O} / \ acc(dom, o, t)$
	8	RejectOption(o_1)+ ProposeOption(o_2)	$\exists o_1 \in P \ / \ \neg acc(dom, o_1, t) \wedge \exists o_2 \in \mathcal{O}, acc(dom, o_2, t)$
	9	ProposeValue(v)	$\exists v \in C_i \ / \ tol(v, t, \prec_i, A_i, U_i, dom)$
	10	ProposeOption(o)	$\exists o \in \mathcal{O} \ / \ tol(o, t, \prec_i, A_i, U_i, dom)$
dom $\leq \pi$	11	Negotiation success	$\exists o \in T$
	12	AcceptValue(v)	$\exists i \in \mathcal{C}, \exists v \in P_i, acc(dom, v, t)$
	13	AcceptOption(o)	$\exists o \in P, acc(dom, o, t)$
	14	RejectValue(v)+ StateValue(v)	$t < \tau \wedge (\exists i \in \mathcal{C}, \exists v \in P_i, \neg acc(dom, v, t))$.
	15	RejectOption(o)+ StateValue(v)	$t < \tau \wedge (\exists o \in P, \neg acc(dom, o, t) \wedge \exists v \in o, \neg acc(dom, v, t))$.
	16	ProposeValue(v)	$\exists i \in \mathcal{C}, \exists v \in C_i, v \in A_i \wedge acc(dom, v, t)$
	17	ProposeOption(o)	$\forall i \in \mathcal{C}, \exists v \in C_i, v \in T_i \wedge v \in o$
	18	AskValue(v)	$t > \tau \wedge \exists i \in \mathcal{C}, \exists c \in P_i, \neg acc(c, t)$
	19	AskCriterion(i)	$\exists i \in \mathcal{C}, A_i \cup U_i = \emptyset$
	20	StateValue(v)	$\exists i \in \mathcal{C}, C_i \cap S_i \neq \emptyset$
	21	ProposeValue(v)	$\exists v \in C_i \ / \ tol(v, t, \prec_i, A_i, U_i, dom)$
	22	ProposeOption(o)	$\exists o \in \mathcal{O} \ / \ tol(o, t, \prec_i, A_i, U_i, dom)$

TABLE 5.2 – Ordre de sélection d'actes de dialogues en fonction de la valeur de dominance

1. **A:** $Propose(eiffel_tower)$ "Let's go to a restaurant near eiffel tower."
2. **B:** $RejectState(eiffel_tower)$ "I don't like restaurants near eiffel tower, let's choose something else."
3. **A:** $Propose(Ebis)$ "Let's go to the Ebis restaurant. It's a lively, expensive Japanese restaurant near eiffel tower."
4. **B:** $AskPreference(Montparnasse)$ "Do you like restaurants at montparnasse?"
5. **A:** $StatePreference(Montparnasse, false)$ "I don't like restaurants at montparnasse."
6. **B:** $AskPreference(Gare_du_nord)$ "Do you like restaurants at gare du nord?"
7. **A:** $Propose(Ebis)$ "Let's go to the Ebis restaurant. It's a lively, expensive Japanese restaurant near eiffel tower."
8. **B:** $AskPreference(Gare_du_n ord)$ "Do you like restaurants at gare du nord?"
9. **A:** $StatePreference(Gare_du_nord, false)$ "I don't like restaurants at gare du nord."
10. **B:** $AskPreference(pere_lachaise)$ "Do you like restaurants at pere lachaise?"
11. **A:** $Propose(cozy)$ "Let's go to a cozy restaurant."
12. **B:** $Accept(cozy)$ "Okay, let's go to a cozy restaurant."
13. **A:** $Propose(expensive)$ "Let's go to an expensive restaurant."
14. **B:** $Accept(expensive)$ "Okay, let's go to an expensive restaurant."
15. **A:** $Propose(Juji)$ "Let's go to the Juji restaurant. It's a cozy, expensive Japanese restaurant near eiffel tower."
16. **B:** $Accept(Juji)$ "Okay, let's go to the Juji restaurant."

FIGURE 5.6 – Exemple de dialogue généré avec un agent A $dom_A = 0.8$ et un agent B $dom_B = 0.4$

dominants dans la relation interpersonnelle comme *agent dominant*, et l'agent dans la position soumise comme *l'agent soumis*.

— **H1 :** L'agent dominant sera plus fortement perçu comme étant égocentrique que l'agent soumis.

— **H2 :** L'agent dominant sera plus fortement perçu comme exigeant que l'agent soumis.

— **H3 :** L'agent soumis sera perçu comme faisant des concessions plus importantes que l'agent dominant.

— **H4 :** L'agent dominant sera plus fortement perçu comme prenant le contrôle de la négociation que l'agent soumis.

Ces hypothèses sont utilisées pour valider les comportements de dominance de nos agents négociateurs dans les deux études.

5.4.2 *Étude 1 : Évaluation Agent/Agent*

L'objectif de cette étude est d'analyser la perception des différents comportements de dominance qui peuvent apparaître au cours d'une négociation. En effet, chaque comportement implémenté est lié à un principe et donc indépendant des autres principes. Nous visons donc à étudier si les différents comportements de l'agent durant la négociation vont être correctement associés à des comportements de dominance. Pour ce faire, nous avons généré des dialogues entre deux agents dotés de notre modèle de négociation.

5.4.2.1 *Implémentation des agents négociateurs*

Nous avons implémenté deux agents qui devaient simuler une relation interpersonnelle de dominance. Pour ce faire, un agent a été initialisé pour produire des comportements dominants et l'autre agent produisait des comportements complémentaires de soumission.

Nous avons manipulé des paramètres de simulations afin d'initialiser les comportements des deux agents.

I. VARIABLES COMPORTEMENTALES Premièrement, nous avons fixé les paramètres computationnels de nos fonctions de décisions : $\tau = 2$, $\pi = 0.5$, $\alpha = 2$, $\beta = 1$ et $\delta = 0.1$. Deuxièmement, nous avons choisi les valeurs de dominance *dom* de chaque agent afin de le positionner dans le spectre de dominance. Ensuite, nous avons défini les préférences de chaque agent. En effet, les préférences ont un impact direct sur le processus de décision, il fallait donc générer des préférences différentes qui vont stimuler le processus de décision. Pour cela, nous avons utilisé la mesure de distance *Kendall tau* [8] qui permet de calculer la distance entre deux ensembles de préférences d'ordre partiel. Nous présentons dans ce qui suit la définition de la distance de Kendall.

II. DISTANCE DE KENDALL La distance de *Kendall* considère les distances entre deux ordres partiels en fonction de leurs ensembles d'extensions totales.

Pour chaque ensemble partiel, l'algorithme génère des extensions de cet ensemble jusqu'à arriver à un des ordres totaux. Pour un ensemble σ, nous notons l'ensemble des extensions possibles de ce modèle $ext(\sigma)$.

La distance entre deux modèle partiels σ et μ est donc calculée comme suit :

$$K_H(\sigma, \mu) = max \left\{ \max_{\alpha \in ext(\sigma)} \min_{\beta \in ext(\mu)} K(\alpha, \beta), \max_{\beta \in ext(\mu)} \min_{\alpha \in ext(\sigma)} K(\beta, \alpha) \right\}$$

tel que $K(\alpha, \beta)$ est la distance entre les deux ensembles d'ordre totaux α et β qui compte le nombre les désaccords ou des inversions de paires de préférences entre les deux ensembles.

III. DOMAINE DE NÉGOCIATION Enfin, nous avons défini le sujet de négociation. Nous avons opté pour un sujet social qui n'exige pas de compétence technique. Les négociateurs avaient pour but de négocier afin de choisir un restaurant. Nous avons pris en compte quatre critères pour le choix d'un restaurant. Les critères sélectionnés sont *cuisine, prix, ambiance, emplacement* }. Chaque critère a été défini avec un domaine de valeurs, et un total de 420 restaurants a été généré à partir des valeurs de chaque critère.

Afin d'analyser la perception des comportements de dominance des agents, il faut varier les paramètres d'initialisation des agents, à savoir la valeur de dominance ainsi que les préférences

La variation de ces comportements définit nos conditions expérimentales. Au total, nous avons généré quatre conditions expérimentales résumées dans la table 5.3.

Nous avons généré un dialogue par condition pour un total de 4 dialogues : trois dialogues avec des agents dont les préférences sont distantes. Un seul dialogue a été produit pour la condition dans laquelle les préférences des agents sont similaires. En effet, quand les préférences sont similaires les dialogues générés se ressemblaient et convergeaient rapidement vers un compromis. Par conséquent, les comportements produits étaient proches même en variant la valeur de dominance initiale de l'agent.

Les dialogues générés sont disponibles en annexe A.

Préférences	**A**	**B**	**Label**
Préférences distantes (Kendall's tau = 0.96)	0.9	0.4	Dialogue 1
	0.7	0.4	Dialogue 2
	0.7	0.2	Dialogue 3
Préférences similaire (Kendall's tau = 0.46)	0.7	0.4	Dialogue 4

TABLE 5.3 – Conditions expérimentales pour la génération des dialogues.

5.4.2.2 *Procédure*

Nous avons mené une étude intersujet via le site web de crowdsourcing *CrowdFlower* [1].

Chaque participant a évalué uniquement un seul dialogue pour lequel les agents A et B étaient décrits comme deux amis essayant de négocier un restaurant pour dîner.

Les participants ont été invités à lire le dialogue qui leur a été assigné et à répondre à un questionnaire.

Deux questions ont été définies pour chaque hypothèse. Par ailleurs, nous avons inclus deux questions de test pour vérifier la crédibilité des

1. https ://www.crowdflower.com/

réponses fournies par les participants. Par la suite, nous avons écarté les participants ayant fourni des mauvaises réponses à ces questions.

Chaque item devait être évalué sur une échelle de Likert à 5 points allant de "Je ne suis pas du tout d'accord" à "Je suis totalement d'accord".

Les items du questionnaire sont présentés dans la table 5.4. L'étude ayant été réalisée sur une population anglophone, nous présentons les questions dans leur version originale.

Hypothesis	question 1	question 2
H1	Speaker (A/B) is self-centered.	Speaker (A/B) takes his friend's preferences into account in the choice of the restaurant.
H2	Speaker (A/B) makes concessions in the negotiation.	Speaker (A/B) gives up his position in the negotiation
H3	Speaker (A/B) is demanding	Speaker (A/B) presses his position in the negotiation.
H4	Speaker (A/B) takes the lead in the negotiation.	Speaker (A/B) takes the initiative in the negotiation

TABLE 5.4 – Items proposés pour le questionnaire sur la perception des comportements de dominance.

Au total 120 participants ont pris part à l'étude (30 par condition). Les participants devaient être anglophone de naissance. Chaque sujet a perçu *25 cents* pour sa participation. Au final, 15 participants ont été exclus pour avoir mal répondu aux questions de test.

Dans la prochaine section, nous présentons l'analyse des données obtenues suite à cette étude.

5.4.2.3 *Résultats*

Comme nous avions formulé deux questions pour chaque hypothèse, nous avons d'abord calculé la corrélation entre chaque paire de questions. En moyenne, nous avons obtenu une corrélation de l'ordre de 0.5. Cette forte corrélation nous permet d'utiliser ces données pour évaluer les comportements des locuteurs (speakers) sur chaque principe.

L'ensemble des résultats sont résumés dans la table 5.5. Nous avons commencé par effectuer les statistiques descriptives pour évaluer la perception des comportements de dominance affiliés à chaque agent.

— **Soi versus autrui :** L'agent A qui exprimait des comportements de dominance a été en moyenne vu comme égocentrique, alors que l'agent B, l'agent soumis, n'a pas été vu comme égocentrique et ce résultat a été trouvé pour les quatre dialogues.

  Par exemple, pour le dialogue 2, l'agent A a été en moyenne perçu comme s'intéressant uniquement à ses préférences *(M=3.6, ET=0.9)* contrairement à l'agent B *(M=2.2, ET=0.8)*.

— **Niveau exigence et concessions :** En moyenne l'agent A a été perçu comme exigent durant le dialogue. Par exemple, les participants ayant évalué le dialogue 1 ont trouvé que l'agent A était exigent *(M=4.1, ET=0.8)* alors que l'agent B n'a pas du tout été perçu comme exigent durant la négociation *(M=2.6, ET=1.1)*. À l'opposé, l'agent B a été vu comme exprimant des concessions durant la négociation contrairement à l'agent A. Par exemple, dans le dialogue 1, l'agent A été perçu comme n'exprimant que très peu de concessions *(M=2.2, ET=1.1)* contrairement à l'agent B qui a été largement évalué comme exprimant des concessions *(M=4.3, ET=0.8)*.

— **Le contrôle de la négociation :** Les comportements de prise de contrôle ont été correctement perçus par les participants. En effet, même dans la condition ou les préférences des agents étaient similaires dont le dialogue était assez court, les participants ont perçu l'agent A comme leader de la négociation *(M=4.5, ET=0.9)*, tandis que l'agent B a été en moyenne perçu comme manquant de prise d'initiatives *(M=1.9, ET=0.9)*.

Nous avons ensuite comparé les comportements des deux agents pour chaque principe. Pour ce faire, nous avons en premier lieu analysé la distribution des données qui nous a révélé que ces dernières ne suivent pas une distribution normale. C'est la raison pour laquelle nous avons utilisé un test non-paramétrique de *Wilcoxon de rang signé* afin de comparer la perception des comportements de l'agent A contre l'agent B.

Les résultats présentés dans la figure 5.7 montrent que l'agent A qui produisait des comportements dominants a été largement perçu comme étant plus centré sur lui-même, comme supposé par l'hypothèse **H1**, avec une taille d'effet importante. Par exemple, considérons le dialogue 1 sur la Table 5.5, le test statistique indique que l'agent A était significativement perçu comme étant plus centré sur lui-même que l'agent B avec (Z = *-5.28* et $p < 0,001$).

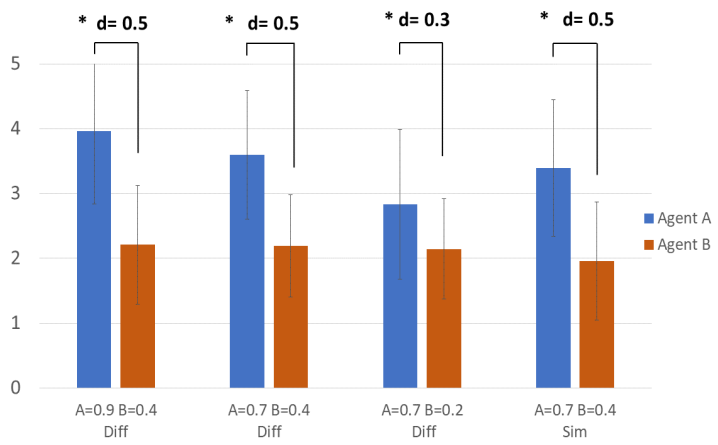


FIGURE 5.7 – Résultats pour l'hypothèse H1 sur l'égocentrisme

Par ailleurs, une différence significative dans le niveau des concessions exprimé dans tous les dialogues a été révélée confirmant notre

hypothèse **H2**. En effet, les résultats dans la figure 5.8 montrent que l'agent dominant était perçu comme faisant moins de concessions. La taille d'effet a montré un effet moyen pour les dialogues 2 à 4, et un effet important pour Dialogue 1 avec (Z = -5.34 et $p < 0.001$).

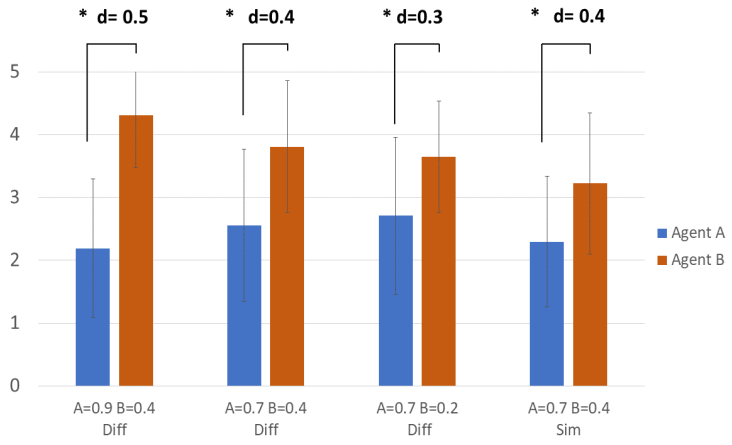


FIGURE 5.8 – Résultats pour l'hypothèse H2 sur le niveau de concessions

L'hypothèse **H3** a également été confirmée par le *test de rang signé de Wilcoxon* (voir figure 5.9), où l'agent A a été perçu comme le négociateur le plus exigeant, avec une grande taille d'effet observée pour tous les dialogues.

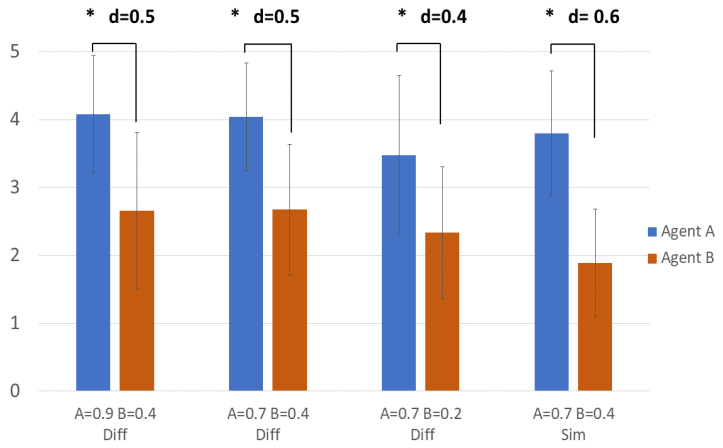


FIGURE 5.9 – Résultats pour l'hypothèse H3 sur le niveau d'exigence

L'hypothèse (**H4**) a été confirmée. Le test de Wilcoxon a révélé que l'agent A avec des comportements dominants était perçu comme significativement plus leader du dialogue que l'agent B, avec une grande taille d'effet pour les dialogues 1, 2 et 4, et une taille d'effet moyenne pour le dialogue3 comme décrit dans Table 5.5 et la figure 5.10.

		Dialogue1		Dialogue2		Dialogue3		Dialogue4	
		SpeakerA	SpeakerB	SpeakerA	SpeakerB	SpeakerA	SpeakerB	SpeakerA	SpeakerB
H1	*Moyenne* $\pm$ *ET*	3.9 $\pm$ 1.1	2.2$\pm$ 0.9	3.6 $\pm$0.9	2.2 $\pm$0.8	2.8 $\pm$1.1	2.13$\pm$ 0.7	3.4 $\pm$ 1	2 $\pm$0.9
	p-value	$9.75E^{-08}$		$5.14E^{-08}$		0.002		$6.23E^{-08}$	
	Z-Wilcoxon test	-5.28		-5.34		-3		-4.93	
	Taille d'effet (d)	0.51		0.52		0.3		0.47	
H2	*Moyenne* $\pm$ *ET*	2.2 $\pm$ 1.1	4.3$\pm$ 0.8	2.5 $\pm$1.2	3.8 $\pm$1.04	2.7 $\pm$1.2	3.6$\pm$ 0.8	2.3 $\pm$ 1	3.2 $\pm$1.2
	p-value	$7.07E^{-08}$		$3.71E^{-05}$		$= 0.01$		$1.73E^{-04}$	
	Z-Wilcoxon test	-5.34		-4.05		-3.13		-3.69	
	Taille d'effet (d)	0.52		0.39		0.32		0.35	
H3	*Moyenne* $\pm$ *ET*	4.1 $\pm$ 0.8	2.6$\pm$ 1.1	4.03 $\pm$ 0.8	2.7 $\pm$0.9	3.5 $\pm$1.1	2.3$\pm$ 1	3.8 $\pm$ 1.8	1.8 $\pm$0.8
	p-value	$2.93E^{-08}$		$4.77E^{-07}$		$1.19E^{-04}$		$2.56E^{-09}$	
	Z-Wilcoxon test	-4.62		-4.96		-3.80		-5.86	
	Taille d'effet (d)	0.45		0.49		0.39		0.56	
H4	*Moyenne* $\pm$ *SD*	4.2 $\pm$ 0.9	2.3$\pm$ 1.1	3.8 $\pm$0.9	2.6 $\pm$1.07	3.8 $\pm$0.9	2.8$\pm$ 1.1	4.5 $\pm$0.5	1.9 $\pm$ 0.9
	p-value	$2.44E^{-07}$		$3.28E^{-05}$		0.03		$7.04E^{-10}$	
	Z-Wilcoxon test	-5.11		-4.08		-2.86		-6.09	
	Taille d'effet (d)	0.5		0.4		0.29		0.57	

TABLE 5.5 – Résumé des résultats statistiques obtenus pour chaque hypothèses

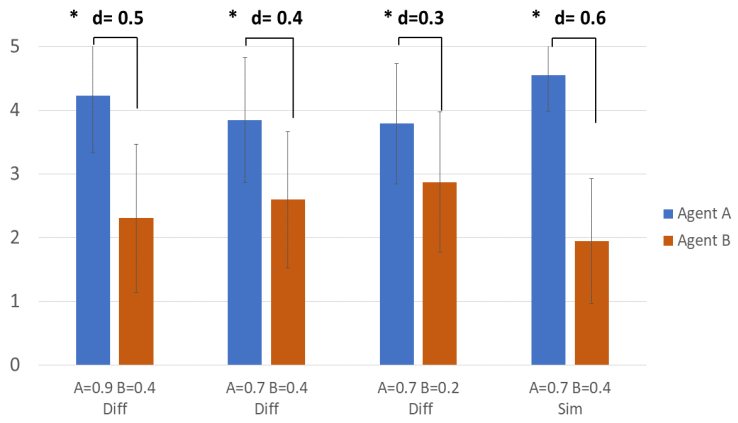


FIGURE 5.10 – Résultats pour l'hypothèse H4 sur la prise de contrôle

5.4.2.4 *Discussion*

Dans cette étude, nous avons présenté des dialogues générés entre deux agents négociateurs simulant une relation interpersonnelle de dominance.

Les résultats obtenus confirment l'ensemble de nos hypothèses. En effet, l'analyse de ces dialogues par des juges externes a révélé que ces derniers étaient en mesure de percevoir les comportements de dominance exprimés par les deux agents. L'agent A qui était placé dans la position dominante a été perçu comme plus égocentrique, exigeant, leader et exprimait peu de concessions durant la négociation. En revanche, l'agent B qui exprimait des comportements de faible dominance (soumission) a été perçu comme prenant en compte les préférences de son interlocuteur, peu exigent, avait tendance à faire des concessions, mais ne prenait pas assez d'initiatives.

Par ailleurs, nous avons réalisé une analyse postétude qui avait pour but de comparer la perception des comportements de l'agent A à travers les différents dialogues.

Nous avons calculé la différence entre l'évaluation de l'agent A et B dans le dialogue 1 et le dialogue 2. En effet, dans le dialogue 1 l'agent A a une dominance à 0.9, alors que dans le dialogue 2, sa dominance est à 0.7. En revanche, la position de dominance de l'agent B est fixée à 0.4 pour les deux dialogues.

Notre hypothèse était qu'une plus grande différence de dominance entre les interlocuteurs conduirait à une meilleure perception de leurs comportements. Les résultats obtenus ne confirment pas cette hypothèse. En effet, seulement une tendance a été observée ($p \simeq 0,1$) pour l'égocentrisme, les concessions et le niveau d'exigence. Seule une corrélation entre la dominance et la prise de contrôle de la négociation était nettement perçue ($p = 0.043$). Plus la position de dominance de l'agent augmentait, plus il était perçu comme leader.

Ces résultats mitigés renforcent la définition dyadique de la dominance. La perception des comportements de dominance d'un interlocuteur est relative à ceux exprimés par son partenaire [26].

Pour cette raison, agréger les évaluations des différents dialogues n'apporte pas d'informations pertinentes. Ceci explique pourquoi nous avons obtenu des résultats mitigés sur cet aspect.

Une limite de cette étude que nous avons étudié la perception de tous les principes liés à la dominance simultanément. Nous n'avons pas considéré la perception de chaque principe individuellement. Cependant, lors des expériences précédentes, nous avons détecté que les principes sont interdépendants, ce qui rend difficile une évaluation séparée de chacun d'entre eux dans un dialogue.

De plus, la relation interpersonnelle de dominance simulée est complémentaire, mais nous n'avons pas considéré les cas où les comportements de dominance des deux interlocuteurs étaient similaires. Nous avions présentés dans le chapitre 3 que la relation de dominance était majoritairement complémentaire, pour cette raison nous n'avons pas considéré le cas des comportements similaires.

Enfin, cette étude a confirmé la validité des comportements des agents négociateurs et nous a encouragés à entreprendre une étude pour confronter ces agents face à des participants humains. Nous présentons les détails de cette étude dans la section suivante.

5.4.3 *Étude agent/humain*

L'objectif de cette étude est d'analyser les comportements de nos agents dans le contexte d'une interaction agent/humain où le comportement des utilisateurs est imprévisible. D'un côté, cela permet d'évaluer la robustesse notre modèle de négociation face à des situations inattendues, et d'un autre coté, évaluer la perception des comportements de dominance des agents.

5.4.3.1 *Design expérimental*

Nous considérons le scénario social qui consiste à choisir un restaurant. Notre objectif est de définir un sujet social qui ne requiert pas d'expertise spécifique et pour lequel les participants ont des préférences personnelles. Pour cela, nous avons repris le sujet de négociation de l'étude agent/agent les mêmes critères.

Nous avons défini deux agents Bob et Arthur qui jouent des comportements différents. Bob a été conçu pour générer un comportement dominant (*Dom(Bob) = 0.8*) et Arthur pour jouer le rôle d'un négociateur dans une position de faible dominance (*Dom(Arthur) = 0.4*).

Nous avons défini deux conditions expérimentales dans le but d'éviter de biaiser la perception des participants. Dans la première condition, les participants ont d'abord interagi avec Bob, l'agent dont les comportements sont dominants. Ensuite, une interaction avec l'agent dans la position de faible dominance, Arthur.

À l'opposé, la deuxième condition, les participants ont d'abord interagi avec Arthur puis avec Bob.

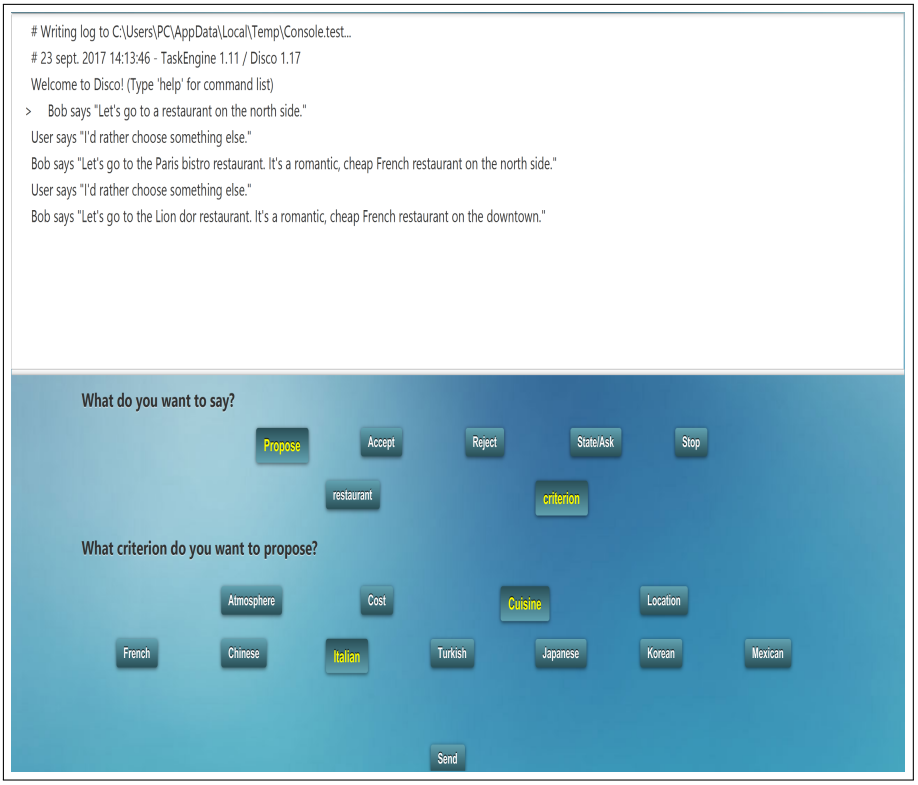


FIGURE 5.11 – GUI d'interaction avec l'agent

INTERFACE DE NÉGOCIATION Les participants ont interagi avec les deux agents via une interface graphique (GUI) présentée dans la figure 5.11 conçue pour l'expérience.

L'interface se présente en deux parties. La partie supérieure de l'interface affiche le cours de la négociation avec tous les messages échangés.

Les négociateurs communiquent en utilisant les actes de dialogue que nous avons précédemment définis voir (section 4.3.3).

Pour ce faire, nous avons modélisé la partie inférieure de l'interface pour afficher les actes de dialogues avec toutes les combinaisons possibles. Nous avons simplifié la notation des actes de dialogues pour qu'ils soient compréhensibles par les participants. Par exemple, au lieu d'afficher *StatePreference*, nous avons affiché un choix *I (d'ont) like*.

Au commencement de chaque tour, seuls les actes de dialogue sont affichés comme présenté dans la figure 5.12. Le participant est invité à choisir d'abord l'acte de dialogue qu'il veut annoncer. Ensuite, il choisit la valeur qu'il veut exprimer avec l'acte choisi, comme présenté dans la figure 5.13.

Nous avons aussi permis au participant de pouvoir utiliser les actes de dialogues combinés, par exemple *Propose and counterPropose* comme présenté dans la figure

Une fois les valeurs de l'acte dialogique sont choisies, le participant envoie la requête, et notre système se charge de la formulation en langage naturel (voir section 4.3.3.2 et l'affiche dans la fenêtre de

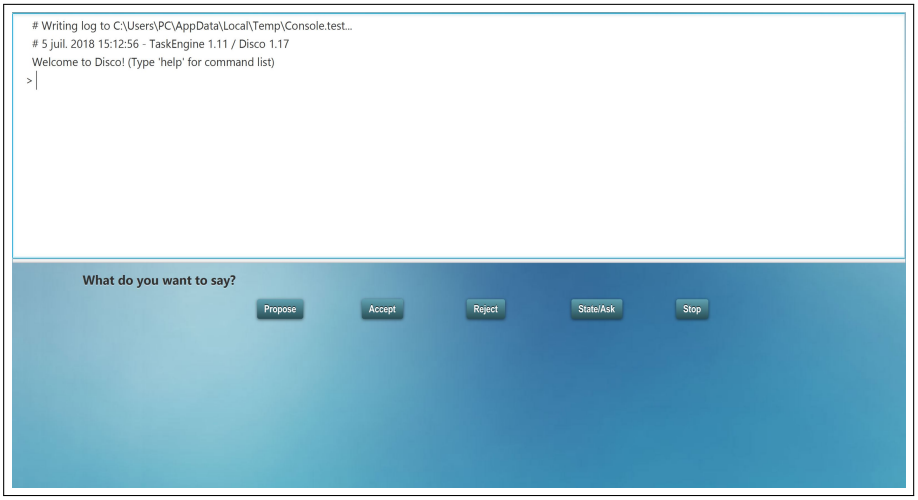


FIGURE 5.12 – GUI d'interaction avec l'agent au début de la négociation

dialogue. Dès la réception de la réponse du participant, l'agent affiche un message en langage naturel contenant sa réponse.

5.4.3.2 *Procédure*

Nous avons mené une étude intersujet où chaque participant a interagi avec les deux agents, Bob et Arthur.

Au départ, le participant est invité à signer un formulaire de consentement éclairé, et la tâche de négociation lui est expliquée.

Suite à cela, la session d'entrainement commence, le participant reçoit des instructions sur l'utilisation de l'interface graphique pour interagir avec l'agent, l'expérimentateur lance la session et quitte la salle jusqu'à ce que l'entrainement soit terminé et que le participant se soit familiarisé avec l'interface. Le participant peur rappeler l'expérimentateur en cas de problèmes d'incompréhensions.

Après la formation, l'expérimentateur lance l'expérience et quitte la pièce.

Le participant négocie avec les deux agents. À la fin de chaque session de négociation, le participant est invité à remplir un questionnaire sur son expérience.

Nous avons conçu un questionnaire permettant aux participants de rapporter leurs perceptions des comportements de l'agent lors des processus de négociation. Pour chaque hypothèse, nous avons défini deux questions avec des formulations différentes afin de ne pas biaiser les réponses des participants. En outre, nous avons défini des questions

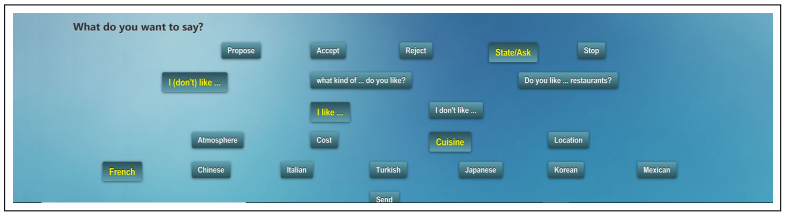


FIGURE 5.13 – GUI pour choisir *StatePreference(French,true)*

de tests pour vérifier la validité des réponses des participants. Les réponses sont données sur l'échelle de Likert.

Au total, 40 participants ont participé à l'expérience. Ils ont été assignés au hasard aux conditions expérimentales.

5.4.3.3 *Résultats*

Nous avons effectué une étude statistique afin d'analyser la perception des comportements des agents au cours de l'interaction. Les résultats sont présentés dans la figure 5.14.

Les participants ont majoritairement perçu que l'agent bob a tendance à mener la négociation ($M = 4.40$, $SD = 0.9$). Ils ont également noté que Bob était exigeant ($M = 3{,}59$, $SD = 1{,}3$) un peu égocentrique($M = 2{,}92$, $SD = 1{,}3$). En outre, nous avons analysé la perception des concessions faites par bob durant la négociation, les participants ont perçu que Bob faisait peu de concessions ($M = 3.29$, $SD = 1.24$).

Au contraire, les participants ont perçu le comportement d'Arthur comme suit : En moyenne, Arthur ne cherche pas à mener le dialogue ($M = 1.76$, $SD = 1.09$). Il a un faible niveau d'exigence ($M = 2.32$, $SD = 1.3$) et a tendance à faire des concessions ($M = 3.39$, $SD = 1.16$). De plus, Arthur a été perçu comme prenant en compte les préférences des participants et n'est pas égoïste ($M = 2.7$, $SD = 1.13$).

La deuxième étape de notre analyse concerne l'évaluation des comportements des deux agents. Nous avons comparé le comportement de Bob et d'Arthur en utilisant un test non paramétrique de *Wilcoxon pour deux échantillons appariés*. Notre première hypothèse prédit que l'agent qui exprimait des comportements de dominance Bob serait perçu comme plus égocentrique que l'agent Arthur dont les comportements sont de faible dominance. Notre analyse a confirmé notre prédiction ; les participants ont perçu que Bob était plus égocentrique qu'Arthur ($Z = -3{,}2$, $p = 0{,}001$, $d = -0{,}3$). Dans la même veine, notre seconde hypothèse a également été confirmée. Bob était perçu comme étant plus exigeant qu'Arthur avec un petit effet de taille ($Z = -3.6$, $p < 0.001$, $d = -0.3$).

La troisième hypothèse stipulait qu'Arthur exprimerait des concessions plus importantes que Bob. L'analyse de nos données n'a pas confirmé cette hypothèse, mais elle montre une tendance dans la différence de concessions ($Z = -3.2$, $p = 0.05$, $d = -0.05$).

La dernière hypothèse a été confirmée. Le test Wilcoxon a révélé que l'agent Bob était perçu comme significativement plus meneur dans dialogue qu'Arthur, avec une taille d'effet moyenne ($Z = -3.2$, $p = 0.001$, $d = -0.6$).

5.4.3.4 *Discussion*

Les résultats de notre expérience appuient trois des quatre hypothèses. Les participants ont perçu Bob l'agent dominant comme meneur dans la négociation, centré sur lui-même et plus exigeant par rapport à Arthur, l'agent de faible dominance. Ces résultats sont conformes avec ceux présentés dans les travaux de Dedreu, Van Kleef

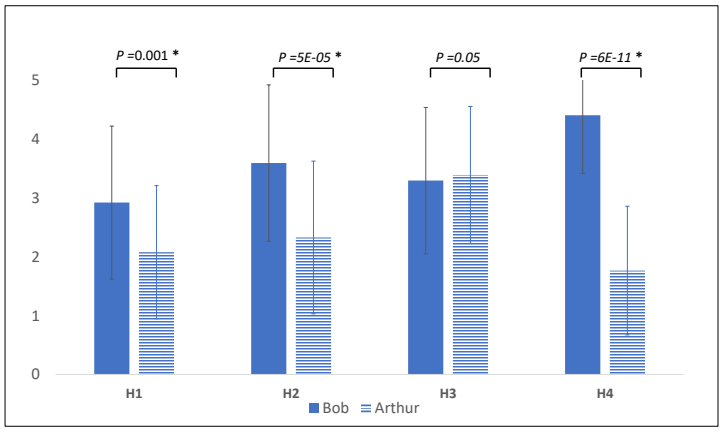


FIGURE 5.14 – Perception des comportements des agents A et B pour chaque hypothèse

et *al* [20, 21] sur l'impact des comportements de dominance sur les stratégies de négociation.

Cependant, la troisième hypothèse n'a pas été totalement confirmée, car les participants n'ont pas perçu de différence significative dans le niveau de concession exprimé par Bob et Arthur. Ce résultat s'explique par l'impact des préférences sur le résultat de la négociation. Les préférences affectent la stratégie suivie par l'agent. Dans le cas où l'agent et l'utilisateur partagent des préférences communes, la négociation convergera rapidement et aucune confrontation des préférences ne sera expérimentée pendant la négociation. Ceci représente une limitation de notre expérience. Nous n'avons pas recueilli de connaissances préalables sur les préférences des participants. Par conséquent, nous n'avons pas été en mesure de mesurer la distance entre les préférences de l'agent et l'utilisateur et ainsi analyser l'impact des préférences sur le niveau des concessions.

Nous n'avons pas été en mesure d'analyser les réponses à l'hypothèse 3 pour indiquer si les concessions étaient uniquement influencées par les préférences ou la relation de dominance.

5.4.4 *Conclusion*

Nous avons présenté dans ce chapitre notre modèle de décision qui prend en compte la relation de dominance. En effet, l'agent construit une stratégie de négociation en fonction de sa position dans le spectre de dominance. Nous avons d'abord identifié trois principes de stratégies de négociation à partir de la littérature en psychologie sociale. Nous avons ensuite proposé un modèle computationnel de décision qui reflète chaque principe identifié.

Ce modèle a fait l'objet de deux études pour évaluer la validité et la perception des comportements générés par le modèle décisionnel. Les résultats obtenus confirment que les participants étaient en mesure de percevoir et d'identifier les comportements de dominance exprimés

par l'agent au cours de la négociation. Ces résultats bien qu'encourageants posent certaines limites. Les comportements de dominance de l'agent au cours de la négociation sont statiques et ne s'adaptent pas à ceux exprimés par son partenaire de négociation. Or, comme nous l'avons déjà présenté, la relation de dominance est dyadique, par conséquent, les comportements de dominance que l'agent exprime doivent être en fonction de ceux exprimés par son interlocuteur.

Ainsi, nos prochaines contributions auront deux objectifs. Le premier objectif est de proposer une implémentation qui va permettre à l'agent de détecter les comportements de dominance de son interlocuteur en temps réel afin de s'y adapter et donc simuler une relation interpersonnelle de dominance.

La seconde contribution aura pour but d'évaluer ce modèle final dans le contexte d'une négociation entre un agent et un utilisateur humain. Nous visons à étudier si la simulation de la relation interpersonnelle de dominance aura un impact positif sur le processus de négociation en termes de gain commun et de confort ressenti à négocier avec l'agent.

6

CONSTRUCTION DYNAMIQUE D'UNE RELATION INTERPERSONNELLE DE DOMINANCE

Sommaire

6.1 Croyances sur l'autre : Théorie de l'esprit 88
6.2 Approche naïve 89
6.2.1 Algorithme de ToM 91
6.2.2 Limites de l'approche naïve : Représentation des préférences 91
6.3 Modèle de raisonnement avec représentation partielle de l'état mental 94
6.3.1 Principe général 95
6.3.2 Contrôle de la négociation 95
6.3.3 Partager des préférences 96
6.3.4 Exprimer des propositions 97
6.3.5 Conclusion 99
6.4 Évaluation 99
6.4.1 Méthodologie 100
6.4.2 Analyses des dialogues 101
6.4.3 Discussion 103
6.5 Conclusion 104

Afin d'étudier l'impact d'une relation interpersonnelle de dominance sur les stratégies de négociations entre un agent conversationnel et un humain, l'agent doit être en mesure de simuler une relation de dominance entre lui et l'utilisateur humain. Pour ce faire, l'agent doit détecter les comportements de dominance de son interlocuteur afin d'adapter son comportement en complémentarité. Nous proposons dans ce chapitre un algorithme pour simuler les comportements de dominance de l'interlocuteur.

À partir de notre modèle de négociation collaborative présenté dans la chapitre 5, nous proposons une extension qui permet à l'agent de raisonner sur les comportements de dominance de son interlocuteur, et d'automatiquement adapter ses comportements à ceux perçus chez son interlocuteur dans le but de créer une relation complémentaire de dominance.

Dans la section 1, nous présentons brièvement le modèle théorique de la théorie de l'esprit sur lequel se base notre approche pour raisonner sur les comportements de l'interlocuteur. Par la suite, nous présentons une première solution naïve et nous discuterons ses limites. Ensuite, dans la section 3, nous détaillons notre solution et nous présentons dans la section 4 son évaluation.

6.1 CROYANCES SUR L'AUTRE : THÉORIE DE L'ESPRIT

Notre but est de proposer un modèle de négociation collaborative capable de simuler une relation interpersonnelle de dominance. La relation de dominance étant complémentaire, l'agent doit être capable de prédire les comportements de dominance de son interlocuteur afin d'adopter un comportement complémentaire comme présenté dans la figure 6.1. Ce processus d'attribution d'états mentaux sur les comportements de l'interlocuteur est appelé théorie de l'esprit ou *Theory Of Mind* (ToM). Ce dernier est un processus cognitif permettant à un individu d'attribuer des états mentaux tels que des croyances, intentions et désirs à autrui afin de mieux comprendre, expliquer, prédire ou manipuler les comportements de ses interlocuteurs [46]. Il a été démontré que la ToM est un concept crucial dans la compréhension des interactions humaines [17, 107]. Pour cette raison, un nombre important de travaux ont étudié les mécanismes de la ToM. Cependant, un débat subsiste sur la nature des mécanismes de théorie de l'esprit partagé entre deux approches : une approche *theory-theory (TT)* et une approche *simulation theory (ST)* [46, 93].

Les défenseurs de l'approche *theory-theory* (TT) postulent que la ToM s'appuie sur une représentation implicite du raisonnement de l'autre construite à partir d'un ensemble de concepts tels que les désirs, les croyances ou les plans de l'autre [46]. En effet, cette théorie se base sur une représentation basique de l'environnement *"folk theory"*. À partir de comportements observés chez l'autre, l'individu fait des inférences théoriques sur ses états mentaux [93].

En revanche, les partisans de simulation théorie(ST) suggèrent que les humains ont la capacité de se projeter dans la perspective d'une

autre personne [93]. Par conséquent, ils peuvent simuler l'activité mentale d'autrui avec leurs propres capacités de raisonnement pratiques. Cela leur permet d'imiter l'état mental de leurs partenaires interactionnels [45]. Par ailleurs, cette approche stipule qu'il n'est pas nécessaire d'être capable d'introspection complète de l'autre pour simuler ses processus mentaux. En d'autres mots, il n'est pas nécessaire de catégoriser toutes les croyances et les désirs attribués à cette personne pour pouvoir simuler son état mental [46].

Enfin, les partisans de la *ST* ajoutent que la simulation est plus efficace que l'acquisition d'une théorie complète. Pour ces raisons, certains partisans de la théorie-théorie admettent qu'au moins une certaine forme de simulation doit avoir lieu lorsque les gens raisonnent au sujet d'autrui, et incorporent des aspects de simulation dans une approche théorie-théorie [46].

Dans le contexte de cette thèse, nous utiliserons l'approche de *simulation théorie (ST)* qui permet d'utiliser le modèle de décision de l'agent pour raisonner sur les comportements de dominance de l'interlocuteur.

Dans la suite de ce chapitre, nous présentons notre algorithme pour simuler le comportement de l'interlocuteur.

6.2 APPROCHE NAÏVE

L'agent dispose d'un modèle de négociation dont les stratégies décisionnelles reposent sur les comportements de dominance. Ce modèle fut validé durant une interaction agent/agent et agent/humain. Par conséquent, nous proposons une extension de ce modèle pour représenter le fonctionnement de l'état mental de l'interlocuteur. Cette solution est basée sur la *ST*, pour laquelle nous adaptons le modèle décisionnel de l'agent afin qu'il raisonne sur les stratégies comportementales de son interlocuteur.

Le modèle décisionnel de l'agent est régi par son état mental : ses préférences ainsi que sa position dans le spectre de dominance. Une proposition naïve pour adapter ce modèle afin qu'il raisonne sur les comportements de l'interlocuteur consisterait à formuler des hypothèses sur l'état mental de l'interlocuteur.

En effet, pour chaque hypothèse sur l'état mental, l'agent appelle son modèle décisionnel pour simuler les réponses possibles de son interlocuteur dans le contexte courant de la négociation. Ensuite, l'agent compare les réponses produites par la simulation avec l'acte de dialogue de l'interlocuteur $utterance_{other}$ produit dans l'étape 3 (voir la figure 6.1). La dernière étape consiste à mettre à jour les hypothèses jusqu'à converger à une valeur de dominance précise.

Toutefois, cette approche repose sur quelques hypothèses fortes. Tout d'abord, nous supposons que le modèle de décision est une représentation précise du processus décisionnel de l'utilisateur. Il n'y a aucun moyen de garantir cette hypothèse. Cependant, dans le chapitre 5, nous avons montré que les comportements de dominance exprimés par les agents, générés à partir de ce modèle de décision, sont correc-

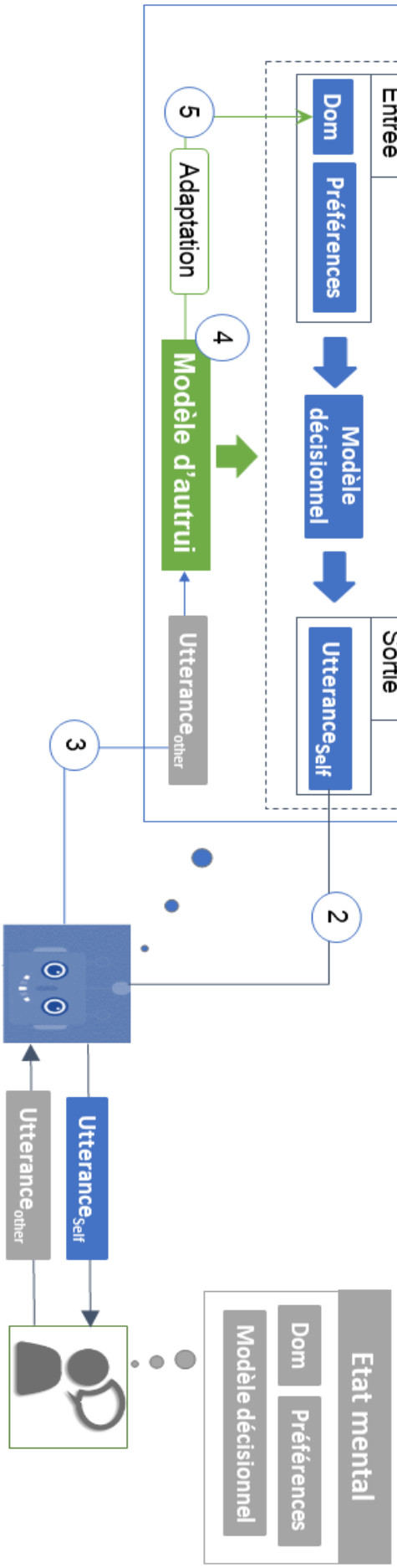


FIGURE 6.1 – Modèle de négociation collaborative avec un modèle de l'interlocuteur. Processus de décision étape par étape

tement perçus par les utilisateurs humains. De plus, nous partons du principe que notre système soit capable de générer toutes les hypothèses sur l'état mental de l'interlocuteur pour n'importe quel domaine de négociation. C'est à dire, pour chaque hypothèse formulée sur une valeur de dominance, générer l'ensemble de modèles de préférences $\prec_i$ pour chaque critère. Ce processus peut être complexe en raison d'une infinité de possibilités. Pour cette raison, nous considérons que dix valeurs possibles pour les valeurs de dominance.

6.2.1 *Algorithme de ToM*

Sur la base de ces hypothèses, nous présentons l'algorithme général du modèle d'état mental de l'interlocuteur illustré dans la figure 6.1 comme suit :

1. Construire l'ensemble H_{dom} des valeurs de dominance potentielles de l'interlocuteur : $h \in H_{dom}$ représente la possibilité que la valeur h soit la valeur réelle de dominance $dom_{other} = h$. Nous considérons 9 valeurs de dominance : $H_{dom} = \{0.1, 0.2, \ldots, 0.9\}$.
2. Pour chaque valeur h, construire l'ensemble des préférences possibles $Prec_h$: les éléments $p \in Prec_h$ sont des préférences, c'est à dire des ordres sur l'ensemble des éléments de $\mathcal{C}$.
3. Après chaque acte de dialogue reçu u de la part de l'interlocuteur, supprimer tous les éléments de $Prec_h$ qui ne sont pas compatibles avec u. Concrètement, si la condition d'applicabilité de u n'est pas satisfaite dans $p \in Prec_h$, alors p doit être retirée des états mentaux candidats.
4. Pour chaque état mental potentiel : pour chaque h et pour chaque $p \in Prec_h$, calculer l'acte de dialogue obtenu à l'issue du processus décisionnel (suivant l'approche de la *simulation-theory*).
5. Calculer le $score(h)$ comme le nombre d'hypothèses restantes $|Prec_h|$ générant le même acte de dialogue que celui produit par l'interlocuteur $Utterance_{other}$.
6. La valeur $h \in H_{dom}$ avec le score le plus élevé est considéré comme la plus proche de l'état mental de l'interlocuteur.

$$dom_{other} = \arg\max_h (score(h))$$

6.2.2 *Limites de l'approche naïve : Représentation des préférences*

L'approche proposée repose sur la capacité de notre système à générer tous les états mentaux possibles et à les réviser à chaque tour de parole en temps réel. La génération de toutes les relations de préférences est couteuse. En effet, afin de générer l'ensemble des préférences pour chaque valeur de dominance possible, nous devons considérer tous les ordres partiels $\prec_i$ pour chaque critère C_i.

Nous pouvons calculer la taille de l'ensemble des relations de préférences binaires en fonction du nombre de valeurs défini dans le

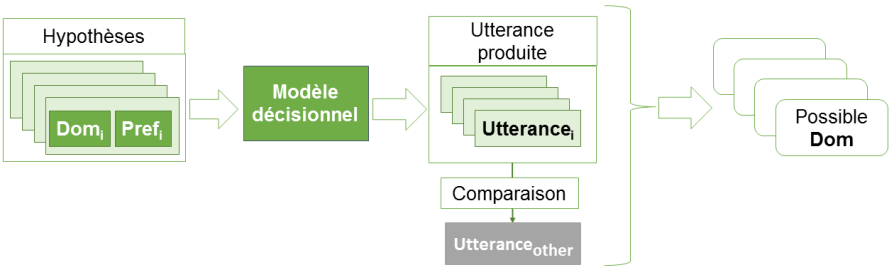


FIGURE 6.2 – Modèle de la ToM pour évaluer les hypothèses sur le niveau de dominance d'un interlocuteur à partir de son acte de dialogue

domaine de négociation. Ainsi, pour un critère C_i, l'ensemble d'ordres partiels possibles est $(|C_i|+1)!$. Par conséquent, pour un sujet de négociation avec n critères, il y a $\prod_{i=1}^{n}(|C_i|+1)!$ ensemble de préférences possibles.

Si nous considérons un exemple raisonnable, avec 5 critères. Pour chaque critère, nous considérons environ 4 à 10 valeurs possibles pour chaque domaine de critère. L'ensemble des préférences possibles pour le modèle de l'interlocuteur est compris entre 24.10^9 et 10^{38} ensembles de préférences possibles. Nous pouvons facilement conclure qu'il n'est pas raisonnable de considérer toutes ces hypothèses, une à une, à chaque étape du dialogue.

Par ailleurs, le but de notre modèle est de reconstituer les comportements de dominance de l'interlocuteur et non pas ses préférences. Pour cela, il faut avoir un minimum de connaissance sur les préférences de l'interlocuteur. Cependant, modéliser l'ensemble des relations de préférences possibles ne semble pas réaliste et probablement pas utile.

Cette limite nous a poussés à analyser plus en détail l'utilisation des préférences durant le processus décisionnel. Comme nous l'avions présenté dans le chapitre 5, les préférences sont requises pour calculer la satisfiabilité des valeurs. Cette valeur de satisfiabilité est essentielle durant le processus décisionnel. Pour cause, l'agent l'utilise pour calculer l'ensemble de valeurs satisfiables S ainsi que les valeurs acceptables $Ac(t)$.

La satisfiabilité est calculée à partir du nombre de prédécesseurs dans l'ordre des relations binaires de préférences, et l'acceptabilité à partir des valeurs de satisfiabilité. Nous proposons, donc, un modèle qui reconstitue le calcul de ses deux valeurs afin de limiter l'explosion combinatoire causée par les relations de préférences.

6.2.2.1 *Relation d'ordre sur les préférences*

Les relations d'ordre sur les préférences peuvent être totales ou partielles. En effet, en fonction du domaine de négociation, un agent peut avoir un ordre de préférence strict où chaque valeur est comparable à toutes les autres. Au contraire, il se peut dans un autre contexte, qu'un agent n'ait pas un ordre total de préférences, c'est à dire, que l'agent peut n'avoir aucune préférence entre deux valeurs a et b du domaine. Pour autant, nous pouvons générer un ensemble d'ordre totaux à partir d'un ordre partiel. Par exemple, nous pouvons suppose que

l'agent $a \prec b$ ou bien au contraire $b \prec a$. Cette supposition n'affecte pas énormément le processus décisionnel de l'agent.

Néanmoins, un ordre total de préférence facilite la simulation des comportements d'autrui. En effet, supposons un *ordre total* de préférences $\prec_j$, dans lequel toutes les valeurs sont comparables, donc nous avons $| \prec_j | - 1$ relations binaires de préférences. Indépendamment des valeurs elles-mêmes, en connaissant seulement le nombre de valeurs, nous sommes capables de calculer la satisfiabilité de chaque valeur à partir de son rang dans l'ordre de préférences.

Par exemple, considérons le critère *cuisine* composé de quatre valeurs $\{jap, it, fr, ch\}$ sur lequel est défini un ensemble de préférences d'ordre total $\prec_{cuisine} = \{jap \prec fr, fr \prec ch, ch \prec it\}$, la satisfiabilité des valeurs est présentée dans la table 6.1. Considérons maintenant, un second ordre total de préférences $\prec'_{cuisine} = \{it \prec jap, jap \prec fr, fr \prec ch\}$, nous remarquons que les valeurs de satisfiabilité sont les mêmes que celles pour le modèle $\prec_{cuisine}$ illustré dans la table 6.1.

value	jap	fr	ch	it
sat(value) $\prec_{cuisine}$	0	0.33	0.66	1
sat(value) $\prec'_{cuisine}$	0.33	0.66	1	0

TABLE 6.1 – Valeurs de satisfiabilité des éléments du critères *cuisine*.

Par conséquent, dans un *ordre total* de préférence pour un critère donné, seul le nombre de valeurs est nécessaire pour définir le rang de chaque valeur dans l'ordre de préférence et ainsi calculer les valeurs de satisfiabilités comme il est présenté dans la table 6.2.

rang(valeur)	1	2	3	4
Nb prédécesseurs	3	2	1	0
$sat(valeur)$	0	0.33	0.66	1

TABLE 6.2 – Satisfiabilité déduite à partir d'un ensemble de quatre éléments.

À partir des valeurs de satisfiabilité d'un critère donné, et la valeur de dominance de l'agent *dom*, nous pouvons déduire le nombre de valeurs satisfiables, sans pour autant connaître les relations binaires de préférences.

Par exemple, pour le critère *cuisine* présenté plus haut, associé à une valeur de dominance $dom = 0.6$ nous pouvons calculer la taille de l'ensemble S pour n'importe quel modèle de préférences d'ordre total. En effet, à partir des valeurs de satisfiabilité présentées dans la table 6.2, nous pouvons conclure que le nombre de valeurs satisfiables de l'agent est toujours $|S| = 2$.

6.2.2.2 *Représentation partielle des préférences*

Dans le but de réduire le coût généré par la simulation des relations de préférences possibles de l'interlocuteur, nous proposons une modélisation partielle de son état mental en calculant uniquement

le nombre de valeurs satisfiables $|S|$ pour chaque critère. Concrètement, considérons un critère avec n valeurs définies avec un ordre total de préférences. Pour une valeur de dominance *dom* donnée, nous pouvons calculer la taille de l'ensemble S que nous notons s.

Par conséquent, nous générons uniquement des hypothèses sur les valeurs $v \in S$ qui seront satisfiables pour l'agent. Ainsi, la génération des hypothèses concernant les valeurs de l'ensemble S sont au nombre de $\binom{n}{s}$ possibilités.

Par exemple, pour le critère *cuisine* et une valeur de dominance $dom = 0.6$, nous avons déduit la taille de l'ensemble S à $s = 2$. Donc, la génération des hypothèses sur les valeurs satisfiables possibles est au nombre de *6 modèles* comme il est présenté dans la table 6.3.

$S_1 = (it, fr)$	$S_2 = (it, jap)$	$S_3 = (it, ch)$
$S_4 = (fr, jap)$	$S_5 = (fr, ch)$	$S_6 = (jap, ch)$

TABLE 6.3 – L'ensembles des S possibles pour le critère *cuisine*, avec $dom = 0.6$

Cette représentation partielle des préférences à l'avantage de réduire l'ensemble des hypothèses en comparaison avec l'approche naïve qui nécessitait une représentation complète des préférences. En effet, Si l'on considère le même exemple, avec 5 critères et 10 valeurs par critère, le nombre maximum d'hypothèses à considérer pour une valeur de dominance donnée est de $\binom{10}{5} = 252$ (cette valeur est maximale pour $dom = 0,5$).

Cependant, simuler le comportement de l'interlocuteur avec une connaissance incomplète de son état mental a deux conséquences. Premièrement, il faut réviser le modèle décisionnel de l'agent pour qu'il puisse gérer une représentation partielle des valeurs satisfiables S et les valeurs acceptables $Ac(t)$. Deuxièmement, cette adaptation pourrait affecter la précision des prédictions des comportements de dominance de l'interlocuteur.

Dans la suite de ce chapitre, nous présentons notre modèle de raisonnement avec connaissance partielle ainsi que son évaluation.

6.3 MODÈLE DE RAISONNEMENT AVEC REPRÉSENTATION PARTIELLE DE L'ÉTAT MENTAL

La représentation partielle de l'état mental repose sur une hypothèse forte. En effet, nous faisons l'hypothèse que l'interlocuteur a un *ordre total* sur ses préférences. Par conséquent, pour chaque hypothèse $h \in H_{dom}$ formulé sur la valeur de dominance, et pour chaque critère, nous générons le nombre de valeurs satisfiables s qui nous permet par la suite de calculer les hypothèses possibles sur les valeurs satisfiables $v \in S$ que nous notons $M_h(dom)$. Nous présentons dans la table 6.4 un exemple de génération des hypothèses sur les valeurs satisfiables calculées pour le critère *cuisine*.

À partir de de l'acte de dialogue reçu par l'interlocuteur $utterance_{other}$, l'agent doit simuler le comportement de l'interlocuteur pour chaque

hypothèse $h_i \in H_{dom}$ et ce, pour chaque hypothèse sur les préférences partielles. Pour ce faire, nous présentons l'adaptation du modèle décisionnel de l'agent pour gérer l'incertitude sur les préférences de l'interlocuteur.

6.3.1 *Principe général*

La proposition générale de ce modèle consiste à réviser les hypothèses sur l'état mental de l'interlocuteur après chaque réception d'un nouvel acte dialogique de l'interlocuteur $utterance_{other}$. Suivant le type d'acte de dialogue reçu, l'agent calcule pour chaque hypothèse, un score $score(h_i, t)$ représentant l'exactitude de cette hypothèse à représenter le comportement exprimé par l'interlocuteur. Ensuite, l'agent associe la valeur de dominance de l'interlocuteur à l'hypothèse qui a obtenu le meilleur score :

$$dom_{other} = \underset{h_i \in H_{dom}}{\arg\max}(score(h_i, t)) \tag{6.1}$$

Nous détaillons le processus de simulation en fonction du type d'acte de dialogue reçu. En effet, pour chaque acte, l'agent va faire appel à un module de décision qui reflète un principe de dominance. Par conséquent, nous présentons l'adaptation de chaque module décisionnel pour simuler le comportement de l'interlocuteur avec des connaissances partielles.

Hypothèses		
Hypothèse	$h_i(dom)$	Hypothèses des valeurs satisfiables $M_h(h_i)$
H1	0.3	$\{(fr, it, jap)\}$, $\{(fr, it, ch)\}$, $\{(fr, jap, ch)\}$, $\{(it, jap, ch)\}$
H2	0.4	$\{(fr, it)\}$, $\{(fr, jap)\}$, $\{(fr, ch)\}$, $\{(it, jap)\}$, $\{(it, ch)\}$, $\{(jap, ch)\}$
H3	0.5	$\{(fr, it)\}$, $\{(fr, jap)\}$, $\{(fr, ch)\}$, $\{(it, jap)\}$, $\{(it, ch)\}$, $\{(jap, ch)\}$
H4	0.6	$\{(fr, it)\}$, $\{(fr, jap)\}$, $\{(fr, ch)\}$, $\{(it, jap)\}$, $\{(it, ch)\}$, $\{(jap, ch)\}$
H5	0.7	$\{(fr)\}, \{(it)\}, \{(jap)\}, \{(ch)\}$
H6	0.8	$\{(fr)\}, \{(it)\}, \{(jap)\}, \{(ch)\}$
H7	0.9	$\{(fr)\}, \{(it)\}, \{(jap)\}, \{(ch)\}$

TABLE 6.4 – Hypothèses sur les valeurs satisfiables du critère *cuisine*

6.3.2 *Contrôle de la négociation*

Nous avons présenté dans la section 5.3.3, l'algorithme choisit une stratégie d'acte de dialogue en fonction de la valeur de dominance.

Nous avons démontré qu'un agent avec une valeur haute dans le spectre de dominance utilisait plus fréquemment des *actes de négociations*. À l'opposé, une expression fréquente des *actes informatifs* traduisait un comportement de soumission (faible dominance).

Nous notons *history*, la liste des actes de dialogue énoncés par l'interlocuteur tout au long de la négociation. L'estimation de la dominance de l'interlocuteur est calculée à partir du ratio des actes *propose* versus *ask* :

$$pow_{other} = \begin{cases} > 0.5 & \text{if} \frac{history(Propose)}{hisotry} > 0.5 \\ \leq 0.5 & \text{if} \frac{history(Ask)}{hisotry} > 0.5 \end{cases} \tag{6.2}$$

Cette fonction est utilisée afin de restreindre le nombre d'hypothèses à partir uniquement du type de l'acte de dialogue. Cet ensemble restreint est ensuite utilisé pour prédire la valeur de dominance à partir de la valeur exprimée dans l'acte de dialogue. Par exemple, à la réception d'un $propose(chinese)$, l'agent utilise la fonction (2.2) pour restreindre les hypothèses à considérer pour prédire le comportement de l'utilisateur qui l'a mené à choisir la valeur *chinese*. Supposons que $\frac{history(Propose)}{history} > 0.5$, alors l'agent simulera l'obtention de la valeur *chinese* sur les hypothèses $\{h_4 - h_9\}$.

6.3.3 *Partager des préférences*

À travers un acte de dialogue *StatePreference(v,s)*, l'interlocuteur exprime une préférence vis-à-vis de la valeur v. Si $s = true$, la valeur v est considérée comme satisfiable $v \in S$, sinon $v \notin S$ (I don't like v).

Par conséquent, à la réception d'un *StatePreference(v,s)*, l'agent doit calculer la satisfiabilité de la valeur $v \in C_i$ dans les hypothèses. Pour ce faire, il suffit de vérifier pour chaque $h_i \in H_{dom}$ si cette valeur appartient à un ensemble $S_i \in M_h(dom)$:

$$sat_{S_i}(v) = \begin{cases} True & \text{if } v \in S_i \\ False & \text{otherwise} \end{cases} \tag{6.3}$$

Par conséquent, à chaque fois que l'agent apprend une nouvelle connaissance sur les préférences de son interlocuteur, il met à jour ses hypothèses comme suit :

Pour chaque hypothèse $h_i \in H_{dom}$, l'agent supprime toutes les hypothèses $M_h(h_i)$ qui ne sont plus consistantes avec l'information apprise. Par exemple si v est satisfiable mais dans une hypothèse $v \notin S_i$, l'hypothèse S_i doit être supprimer. En conséquence, nous calculons le score de chaque hypothèse h_i à un moment t comme suit :

$$score(h_i, t) = \frac{|M_h(h_i, t)|}{|M_h(h_i, init)|}$$

Tel que *init* représente les hypothèses à l'état initial ($t = 0$).

6.3.3.1 *Exemple*

Supposons que l'interlocuteur a exprimé un *StatePreference(fr, true)*. Par conséquent, l'agent doit supprimer toutes les hypothèses où $fr \notin S_i$. La mise à jour de chaque hypothèse et leurs scores respectifs sont présentés dans la table 6.5.

Par exemple, pour l'hypothèse h_4, sur les six hypothèses initiales, l'agent en supprime trois qui ne contiennent pas la valeur fr : $(\{(it, jap)\}$, $\{(it, ch)\}$, $\{(jap, ch))$. Au final, $score(h_4) = 0.5$.

Hypothèses			
Hypothèse	$h_i(pow)$	Hypothèses sur $M_h(h_i)$	$Score(h_i, t)$
H1	0.3	$\{(fr, it, jap)\}$, $\{(fr, it, ch)\}$, $\{(fr, jap, ch)\}$	3/4
H2	0.4	$\{(fr, it)\}$,$\{(fr, jap)\}$, $\{(fr, ch)\}$	0.5
H3	0.5	$\{(fr, it)\}$,$\{(fr, jap)\}$, $\{(fr, ch)\}$	0.5
H4	0.6	$\{(fr, it)\}$,$\{(fr, jap)\}$, $\{(fr, ch)\}$	0.5
H5	0.7	$\{(fr)\}$	1/4
H6	0.8	$\{(fr)\}$	1/4
H7	0.9	$\{(fr)\}$	1/4

TABLE 6.5 – Hypothèses pour le critère *cuisine* après réception d'un $StatePreference(fr, true)$

6.3.4 *Exprimer des propositions*

A la réception d'un acte de dialogue *Accept(p)* ou *Propose(p)*, cela traduit que la valeur p est acceptable $p \in Ac(t)$. Par conséquent, l'agent doit calculer pour chaque hypothèse $h_i \in H_{dom}$, l'acceptabilité de la valeur p.

Rappelons que l'acceptabilité d'une valeur p dépend de la fonction $self(t)$ (voir section 5.3.1), tel qu'une valeur v est dite acceptable si et seulement si $sat(v) \geq self(t)$. Cette fonction représente le niveau de concessions que l'agent est capable de faire au moment t. Par conséquent, la valeur $self(t)$ est amenée à décroître durant la négociation, causant le changement des valeurs dans l'ensemble $Ac(t)$. En effet, à l'état initial $(t = 0)$, $self(0) = dom$ et donc $Ac(0) = S$. Avec l'évolution de la négociation amenant l'agent à faire des concessions, $self(t)$ décroît. Ainsi, de nouvelles valeurs, initialement, non satisfiables deviennent acceptables, l'ensemble de ces valeurs est noté $M(t)$. Donc $Ac(t) = S + M(t)$.

La première étape pour calculer le score d'acceptabilité d'une valeur p, consiste donc, à définir pour chaque hypothèse $h_i \in H_{dom}$, la valeur de la fonction $self_i(t)$ associée, représentant le niveau de concessions de cette hypothèse à l'état courant de la négociation. La seconde étape consiste à calculer le nombre de valeurs acceptables $Ac_i(t)$ comme

nous l'avons précédemment fait avec l'ensemble S_i. De plus, en cas où $self_i(t) < h_i$ l'agent doit calculer le nombre de valeurs initialement non satisfiables qui sont devenues maintenant acceptables $M_i(t)$.

Par exemple, reprenons le critère *cuisine* avec ces quatre valeurs et la valeur $dom = 0.6$. La négociation ayant évoluée, la valeur décroît à $self(t) = 0.3$. Selon la table 6.2, le nombre de valeurs acceptables durant l'état courent $Ac(t) = 3$. Donc $M(t) = 1$. Une nouvelle valeur est maintenant acceptable.

Le problème qui se pose avec la modélisation partielle des préférences est que nous disposons uniquement d'hypothèses sur S. Par conséquent, il n'est pas possible de savoir quelle valeur $v \notin S$ est maintenant acceptable $v \in M(t)$. Il faut alors adapter le calcul du score d'acceptabilité pour gérer ce manque de connaissance.

Nous proposons une fonction capable d'énumérer les possibilités qu'une valeur p soit acceptable $p \in Ac(t)$ considérant les différents cas :

— $p \in S_i$ est satisfiable.

— $p \in M_i(t)$ est devenue acceptable.

Pour ce faire, nous considérons les valeurs d'entrées suivantes : pour chaque hypothèse $h_i \in H_{dom}$, pour chaque hypothèse sur les préférences $S_i \in M_h(h_i)$, et l'ensemble des valeurs déjà acceptées durant la négociation noté A. Le score d'acceptabilité d'une valeur $p \in C_i$ est calculé comme suit :

$$Acc(p, h_i) = C_{|C_i|-(|S_i|+k)}^{|M_i(t)|-k} \tag{6.4}$$

tel que $k = |K|$ est l'ensemble des valeurs acceptées qui ne sont pas satisfiables dans l'hypothèse $K = A \cap \overline{S}_i$. Cette fonction calcule les différentes possibilités pour obtenir des ensembles de $M_i(t)$ tels que $p \in Ac_i(t)$.

Ensuite, la fonction est normalisée pour pouvoir comparer les différentes hypothèses $h_i \in H_{dom}$. Ainsi, pour chaque hypothèse, le score d'acceptabilité est normalisé en utilisant une fonction représentant le cas "idéal" où toutes les valeurs sont acceptables :

$$I_{dom} = C_{|C_i|-|S_i|}^{|M_i(t)|}$$

La valeur finale d'acceptabilité est obtenue :

$$score(h_i, t) = \left(\frac{1}{I_{dom}} \cdot \sum_{S_i \in M_h(h_i)} acc(p, h_i) \right) \frac{1}{|M_h(h_i)|} \tag{6.5}$$

6.3.4.1 *Exemple :*

L'agent reçoit l'acte de dialogue *Accept(jap)*. Nous prenons comme exemple H_4 pour calculer le score d'acceptabilité de *jap*.

Due à la représentation partielle des préférences, l'agent dispose uniquement de connaissances sur $S_i \in M_h(h_i)$. Dans le cas où aucune concession n'est possible ($self_i(t) = h_i = 0.6$), l'agent peut déduire l'ensemble de valeurs acceptables car $Ac_i(t) = S_i$.

Néanmoins, si nous supposons que $self_i(t) = 0.3$, le nombre de valeurs acceptables $|Ac_4(t)| = 3$. Par conséquence, l'agent déduit qu'une nouvelle valeur est acceptable $|M_4(t)| = 1$, mais est incapable de déduire de quelle valeur il s'agit.

Par exemple, la première hypothèse dans l'ensemble H_4 : $S_i = \{fr, it\}$, l'agent ne peut pas déduire si la valeur qui est devenue acceptable est la valeur *jap* ou *ch*. La fonction d'acceptabilité avec la prise en compte d'incertitude définit le score d'acceptabilité de *jap* : $acc(jap, H4) = C_2^1 = 2$. Ensuite, nous normalisons avec le meilleur score possible pour *dom* $I_{0.6} = 2$. Donc, le score d'acceptabilité de la valeur *jap* dans l'hypothèse H_4 est $score(H_4, t) = 1/6$

6.3.4.2 *Cas de rejet*

Maintenant, considérons le cas opposé ; l'agent reçoit un $Reject(p)$ exprimant donc $p \notin Ac(t)$. Par conséquent, nous réutilisons le même principe utilisé pour le score d'acceptabilité afin de calculer les possibles ensembles de valeurs non acceptables $p \in \overline{A}c(t)$. Pour chaque hypothèse $h_i \in H_{dom}$ et pour chaque hypothèse $Si \in M_h(h_i)$ de préférences associées à h_i, nous considérons l'ensemble des valeurs rejetées durant la négociation R de taille $|R| = r$. Nous proposons de mettre à jour le score d'acceptabilité attribué à chaque hypothèse h_i en soustrayant l'ensemble des valeurs rejetées. Par conséquent, le score de rejet d'une valeur p est mis à jour comme suit :

$$Rej(p, h_i) = C_{|C_i|-(|S_i|+k+r)}^{|M_i(t)|-k} \tag{6.6}$$

6.3.5 *Conclusion*

Nous avons expliqué dans cette section notre démarche pour implémenter un modèle de la ToM capable de prédire les comportements de dominance d'un interlocuteur. Pour ce faire, nous avons utilisé une approche de *simulation theory* pour laquelle nous avons adapté le modèle décisionnel de l'agent afin qu'il reproduise le comportement d'autrui. Ce modèle de la ToM repose sur l'hypothèse qu'autrui dispose d'un ordre total sur ses préférences nous permettant de générer seulement une vision partielle des préférences pour reproduire son état mental.

À cause de ces hypothèses, nous devons mettre en œuvre une évaluation pour vérifier la pertinence des prédictions de l'agent.

6.4 ÉVALUATION

Nous avons proposé un modèle la ToM capable de simuler les comportements d'un interlocuteur dans le but de prédire sa valeur de dominance dom_{other}. Afin d'évaluer la pertinence des prédictions de notre modèle de ToM, nous proposons une étude dans le contexte d'une négociation agent/agent. Nous avons implémenté deux agents conversationnels avec ce modèle ToM. Ces agents avaient pour but de négocier et d'analyser les comportements de dominance de leur

interlocuteur afin de deviner leurs comportements de dominance (dom_{other}).

Le cadre d'une négociation agent/agent nous permet d'abord de varier les états mentaux des agents et les faire négocier autant de fois possibles. De plus, les données initiales des agents nous permettent de vérifier la pertinence des valeurs de dominance déduites par les agents avec la valeur de dominance réelle de l'agent interlocuteur.

Nous prenons en compte trois critères pour l'évaluation de ce modèle. Premièrement, nous étudions la pertinence de la prédiction faite par l'agent par rapport à la valeur réelle. Deuxièmement, la rapidité de révision des hypothèses à chaque tour de parole et enfin la complexité du modèle face à différents sujets de négociation.

6.4.1 *Méthodologie*

Les deux agents doivent négocier sur le thème des restaurants. De plus, chaque agent doit prédire le comportement de dominance exprimé par l'autre agent. Le premier agent ($agent_A$) joue le rôle d'agent dominant, alors que le second agent ($agent_B$) joue le rôle d'agent soumis.

Nous avons manipulé deux paramètres de simulation pour l'initialisation de nos agents.

Premièrement, nous varions les valeurs de dominance assignées à chaque agent (appelée dom_a et dom_b), afin d'étudier l'exactitude de la prédiction dans les différentes plages du spectre de dominance tel que présenté dans la Table 6.6. Nous avons généré des dialogues pour chaque combinaison possible de valeurs de dominance. L'agent est initié avec une valeur de dominance qui ne changera pas au long de la négociation.

Agent	**Valeurs initiales de dominance**			
Agent dominant dom_A	0.6	0.7	0.8	0.9
Agent soumis dom_B	0.3	0.4	0.5	

TABLE 6.6 – Réglage initial des conditions pour les valeurs de dominance

Deuxièmement, nous varions les préférences initiales affectées à chaque agent. Plus précisément, nous avons varié la taille des domaines pour chaque modèle de préférences. Le but étant d'étudier la rapidité des prédictions dans des domaines de négociation larges et complexes. En effet, si le sujet de négociation a une taille importante de valeurs à discuter, cela implique que l'agent a un nombre important d'hypothèses à considérer à chaque tour de dialogue. Notre objectif est d'analyser si notre modèle de la ToM peut gérer un nombre important d'hypothèses. Ainsi, nous analysons l'impact de la taille du domaine de négociation sur la viabilité de la prédiction des comportements de dominance en temps réel.

Pour chaque type de modèle de préférences, nous faisons varier, respectivement, le nombre de critères discutés et le nombre de valeurs attribuées à chaque critère comme présenté dans la table 6.7. La table

Modèle de préférences	Nombre de critères	Moy. des valeurs par critère	Hypothèses possibles M_h
Petit	4	3	1296
Moyen	4	4	$4.14x10^5$
Grand	4	10	$2.6x10^9$

TABLE 6.7 – réglage des conditions initiales pour le modèle de préférences

présente aussi pour chaque condition, le nombre d'hypothèses *Mh* que l'agent doit gérer pour chaque hypothèse sur la dominance $h_i \in H_{dom}$.

Nous avons définis trois conditions $\{Petit, Medium, Large\}$. Pour chaque condition, nous avons généré 30 combinaisons différentes de modèles de préférences à affecter aux deux agents. De plus, pour chaque combinaison, les modèles générés devaient respecter la condition de distance minimale fixée à $\tau = 0.5$.

Considérant les deux paramètres de simulation, nous avons généré au total 1080 dialogues. Pour chaque dialogue nous avons gardé les informations suivantes :

— le dialogue produit

— la valeur de dominance prédite à chaque tour.

— le temps de prédiction et des révisions des hypothèses à chaque tour.

6.4.2 *Analyses des dialogues*

Dans cette section, nous présentons l'étude statistique réalisée pour analyser les comportements prédits durant les négociations. Nous avons divisé cette analyse en deux parties, chacune avait pour but de couvrir un type d'évaluation.

6.4.2.1 *Exactitude des prédictions*

Pour chaque dialogue de négociation produit par les deux agents, nous obtenons les prédictions faites sur les comportements de dominance de l'autre agent.

Afin d'évaluer la pertinence des prédictions, nous avons généré un prédicateur naïf quo évalue toujours la dominance de l'interlocuteur à $dom_{other} = 0.55$.

La première étape consiste à estimer les prédictions. Pour ce faire, nous avons utilisé deux estimateurs à savoir, *rmse* , l'*erreur quadratique moyenne* et *MAE*, l'*erreur moyenne absolue*.

Pour l'ensemble des 1080 dialogues, nous présentons les résultats dans la table 6.8. Un écart de $rmse = 0,12$ a été observé entre la valeur de dominance estimée et la valeur de dominance réelle, comparé à$rmse = 0.2$ de différence pour le modèle naïf. Par conséquent, notre modèle réduit de moitié le risque de mauvaise prédiction.

Sur la base de cette analyse statistique, notre modèle fait des prédictions précises sur les comportements de dominance de son in-

terlocuteur. Les mêmes résultats sont observés pour l'analyse de la *mae*.

Modèle	RMSE	MAE
Naïf	0.2	0.15
ToM	0.12	0.07

TABLE 6.8 – Résultats de l'erreur marginale pour la prédiction des comportements de dominance

La seconde étude consiste à analyser la fréquence de mauvaises prédictions. Par exemple, l'agent$_A$ a prédit que l'agent$_B$ était dominant, tandis que l'agent$_B$ a été initialisé pour suivre un comportement soumis $dom_B \leq 0.5$. Pour chaque dialogue, nous avons comparé la prédiction de l'agent à la valeur réelle de dominance. Sur les 1080 dialogues, seules 30 prédictions étaient incorrectes, ce qui signifie que $2,6\%$ de prédictions étaient fausses. Ce résultat confirme la fiabilité de notre algorithme dans le contexte d'une négociation agent/agent.

Enfin, pour tous les dialogues dans lesquels l'agent a pu trouver une bonne prédiction (au total 1050), nous avons analysé la rapidité de convergence de notre algorithme. Les résultats sont présentés dans la table 6.9. En effet, pour chaque dialogue, nous avons calculé le nombre d'itérations (*i.e.* tours de paroles) nécessaires pour trouver une bonne prédiction et la maintenir.

Nb. tours de paroles pour converger		
Prédictions correctes	$mse \leq 0.02$	Meilleures prédictions
2.53	3.25	3.79

TABLE 6.9 – Nombre moyen d'itérations pour calculer une prédiction

La notion de "bonne prédiction" représente la capacité de l'agent à positionner les comportements de dominance de son interlocuteur sur le spectre de dominance. Nous avons séparé le spectre de dominance en deux. Si $dom > 0.5$ l'agent est considéré comme *"dominant"*, sinon l'agent est *"soumis"*.

En moyenne, l'algorithme avait besoin de itérations 3 pour correctement prédire les comportements de dominance de son interlocuteur (l'interlocuteur a un comportement dominant ou un comportement soumis).

De plus, nous avons calculé le nombre moyen d'itérations nécessaires pour trouver une prédiction telle que la variation résiduelle est minime $mse \leq 0.02$. En moyenne, l'agent avait besoin de 3 itérations pour évaluer une valeur de dominance similaire de celle de son interlocuteur. L'évolution de la convergence pour tous les dialogues est présentée dans la figure 6.3. Nous avons également calculé le nombre moyen d'itérations afin de trouver la meilleure prédiction de dom_{other}. Les résultats ont montré que l'agent a besoin de 4 itérations en moyenne pour converger vers la meilleure prédiction des comportements de dominance.

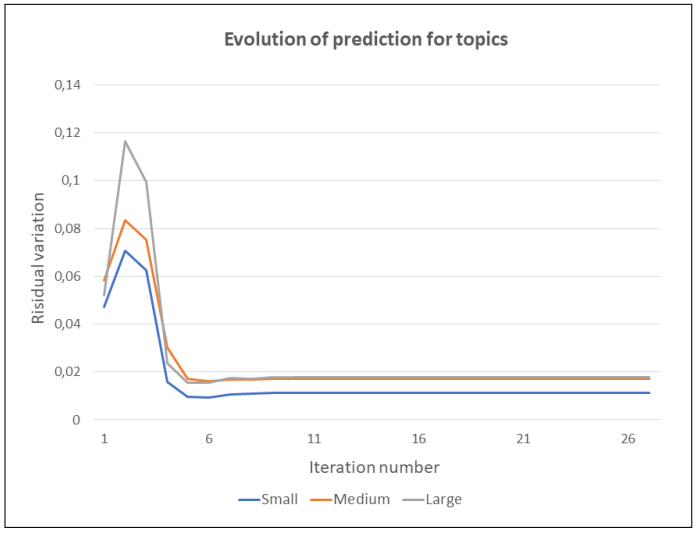


FIGURE 6.3 – Variation résiduelle calculée entre la valeur de dominance réelle et celle prédite à chaque tour de dialogue

Nous avons étudié l'impact du nombre initial d'hypothèses M_h sur la convergence de la prédiction. Nous avons voulu étudier si un grand nombre d'hypothèses nécessiterait des itérations supplémentaires pour converger. Par conséquent, nous avons comparé les résultats obtenus pour les conditions $\{Petit, Medium, Large\}$ sur la convergence de la négociation. Le graphique présenté dans la figure 6.3 montre que notre algorithme converge rapidement, indépendamment de la taille du domaine de négociation. Nous pouvons observer que l'algorithme a pris deux itérations supplémentaires pour converger sur les domaines les plus larges par rapport aux domaines de taille moyenne et petite. La différence n'est pas significative pour affecter le comportement général de notre modèle.

6.4.2.2 *Rapidité de raisonnement*

Nous évaluons le temps d'exécution de l'algorithme afin d'étudier l'évolution du modèle de la théorie de l'esprit en fonction de la complexité du domaine de négociation.

Pour chaque dialogue, nous avons calculé le temps d'exécution moyen que met l'algorithme à faire une prédiction et ce à chaque tour de négociation. Nous cherchons à étudier l'effet de la taille des hypothèses sur la rapidité de la prédiction à chaque tour. Les résultats sont présentés dans la figure 6.4. En comparant le temps d'exécution obtenu pour les domaines *grand* et *moyen*, nous observons que l'algorithme a pris en moyenne 12 millisecondes de plus à chaque tour. Cependant, cette différence n'est pas significative puisque l'exécution totale reste très rapide.

6.4.3 *Discussion*

Nous avons analysé les performances de notre modèle de ToM tant sur l'aspect de la pertinence des prédictions que sur la rapidité

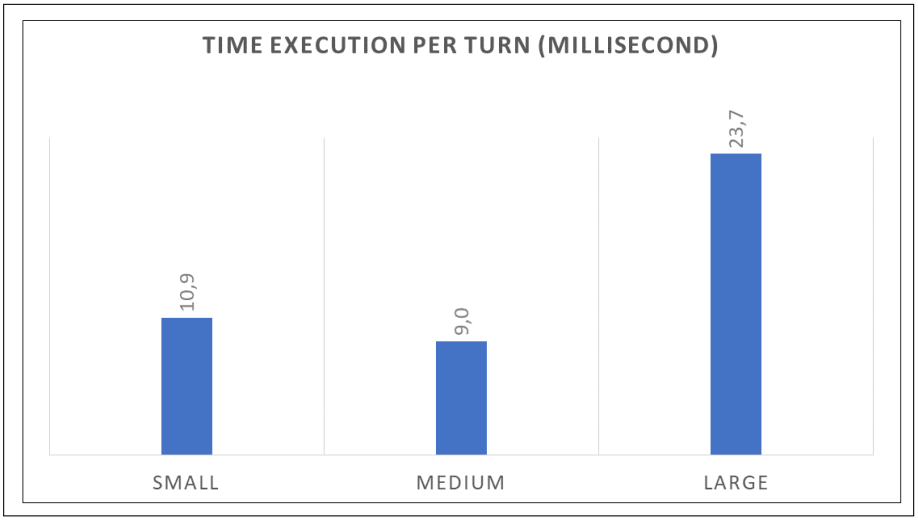


FIGURE 6.4 – Le temps d'exécution de l'algorithme ToM à chaque tour de dialogue

d'exécution sur les différents domaines de négociation. Les résultats obtenus fournissent un support solide sur la précision du modèle de la ToM.

En effet, pour la plupart des dialogues générés, l'agent avec les capacités ToM était capable de prédire une approximation très proche du niveau de dominance de son interlocuteur. De plus, l'agent était capable de positionner l'interlocuteur sur le bon niveau de dominance qu'après deux tours de paroles et la meilleure évaluation après uniquement cinq tours. Ces comportements ont été générés dans un délai raisonnable, permettant à l'agent de produire des dialogues en temps réel.

Ces résultats renforcent la précision de notre modèle et donnent de bonnes perspectives pour mettre en œuvre ce modèle dans le contexte de la négociation collaborative agent/humain.

Cependant, la validation présentée dans le contexte de la négociation agent/agent est une évaluation contrôlée puisque les deux agents utilisent le même modèle décisionnel. Cette situation augmente les chances de bonnes prédictions des comportements de dominance.

Ainsi, notre modèle collaboratif de négociation doit être validé dans le contexte de la négociation humain/agent. Notre modèle initial présenté dans le chapitre 5.1 repose sur des études de psychologie sociale. Il a été validé avec une étude perceptive où les participants humains étaient capables de percevoir et de reconnaître les comportements de dominance exprimés par les agents. Pour ces raisons, nous croyons que c'est une bonne approximation des comportements humains de dominance et nous attendons de bonnes prédictions de notre modèle ToM dans le contexte de négociations entre un agent et un humain.

6.5 CONCLUSION

Ce chapitre a présenté un modèle de la ToM qui permet à l'agent d'utiliser des paradigmes de la théorie de l'esprit de simulation afin

de prédire les comportements de dominance de son interlocuteur. Ce modèle est crucial, car à travers ces prédictions, l'agent révise ses comportements de dominance dans le but de simuler une relation interpersonnelle de dominance avec son interlocuteur.

Ce modèle est une extension de notre modèle de négociation collaborative basé sur la dominance qui permet à l'agent d'utiliser son modèle décisionnel pour raisonner sur les comportements de dominance de son interlocuteur. Nous avons expliqué notre démarche pour utiliser les paradigmes de la *théorie de simulation* afin d'implémenter le comportement de l'interlocuteur.

Le modèle proposé repose sur une représentation partielle de l'état mental de l'autre qui nous a poussés à adapter le processus décisionnel pour gérer les cas d'incertitudes.

Ce modèle a ensuite fait l'objet d'une évaluation agent/agent pour analyser la pertinence des prédictions de comportements de dominance. Les résultats obtenus montrent la justesse des prédictions fournies par le modèle de la ToM. Ces résultats sont encourageants, toutefois, une évaluation dans le contexte agent/humain où les comportements de l'utilisateur sont imprévisibles reste à faire. Le chapitre suivant s'attache donc à proposer une étude pour évaluer notre modèle de négociation collaborative dans le cadre une interaction agent/humain.

7

COMPLÉMENTARITÉ VS SIMILARITÉ DANS LA RELATION DE DOMINANCE

Sommaire

7.1 Objectif 108
- 7.1.1 Complémentarité en psychologie sociale 109

7.2 Méthodologie 109

7.3 Hypothèses 111

7.4 Protocole expérimental 111
- 7.4.1 Mesures 112
- 7.4.2 Questionnaire concernant l'interaction 112
- 7.4.3 Données d'interactions 113
- 7.4.4 Protocole 113
- 7.4.5 Hypothèses opérationnelles 114

7.5 Résultats 115
- 7.5.1 Perception des comportements des agents 115
- 7.5.2 Gain commun 117
- 7.5.3 Tours de paroles 119
- 7.5.4 Confort 119
- 7.5.5 Appréciation 121

7.6 Analyses complémentaires 122

7.7 Discussion 123
- 7.7.1 Perception des comportements des agents 124
- 7.7.2 Gain commun 125
- 7.7.3 Tours de paroles 126
- 7.7.4 Appréciation de l'agent 127

7.8 Conclusion 127

Dans ce chapitre, nous présenterons une autre étude de l'interaction entre un utilisateur et un agent virtuel dans le contexte d'une négociation collaborative. Notre objectif est d'étudier l'influence de la relation interpersonnelle de dominance sur le processus de négociation.

En premier lieu, les objectifs généraux de cette étude seront présentés (section 7.1). Nous détaillerons la méthodologie employée pour le paramétrage des agents utilisés dans cette expérimentation (section 7.2) et nous formulons nos hypothèses (section 7.3).

Nous présenterons ensuite le protocole expérimental employé (section 7.4). Enfin, nous décrirons les résultats obtenus (section 7.5) que nous discuterons ensuite 7.7

7.1 OBJECTIF

Plusieurs études en psychologie sociale ont exploré l'impact de la relation de dominance sur l'expérience de la négociation et de ses résultats. Certains travaux ont montré que l'expression de comportements complémentaires de dominance permettait d'améliorer la coordination et donc le gain commun des négociateurs. En conséquence, les négociateurs se sentaient plus à l'aise. [84, 101, 110]. En parallèle, d'autres travaux ont étudié l'impact de la similarité dans les comportements de dominance dans la négociation. Ces derniers suggèrent que la similarité dans les comportements non verbaux de dominance améliore l'interaction et le processus de négociation car les individus sont attirés par ceux qui expriment des comportements similaires. Ceci permet d'augmenter le sentiment d'affiliation [84].

Aux vues des contradictions dans la littérature sur l'impact de la complémentarité et la similarité des comportements de dominance dans les interactions, des études ont été menées afin comparer les deux approches et étudier laquelle permettait d'avoir de meilleures influences sur l'interaction [25, 101]. Ces études ont montré que la complémentarité de dominance dans les comportements non verbaux s'installait de manière inconsciente entre les individus. De plus, les participants ont préféré interagir avec les individus qui adoptaient un comportement complémentaire et se sentaient plus à l'aise comparés à ceux qui exhibaient des comportements similaires.

Partant de ces études, notre objectif est d'explorer l'impact de ces comportements de dominance qu'ils soient complémentaires ou similaires sur les stratégies de négociation dans le contexte d'une négociation collaborative entre un agent et un utilisateur. Cependant, comme la relation de dominance qui s'installe durant l'interaction est forcément complémentaire nous pensons que les stratégies complémentaires auront un impact positif plus important que des stratégies similaires.

7.1.1 *Complémentarité en psychologie sociale*

Nous avons présenté dans la section 3.2.2 la littérature sur les comportements complémentaires de dominance dans la négociation. Nous rappelons dans cette section les principaux résultats :

— La complémentarité dans les comportements de dominance améliore la coordination entre les négociateurs ce qui a pour résultat d'améliore le gain commun des négociateurs.

— La création de valeurs durant la négociation est plus importante dans des dyades où les négociateurs affichent des comportements complémentaires de dominance.

— En conséquence, le sentiment de confort est accru dans les dyades complémentaires comparées aux dyades similaires. De plus, la complémentarité permet d'améliorer l'appréciation entre les négociateurs.

Nous présentons dans la suite de ce chapitre notre étude qui vise à analyser ces comportements dans le contexte d'une négociation entre un agent et un utilisateur humain.

7.2 MÉTHODOLOGIE

Afin d'illustrer notre modèle de négociation, nous reprenons le scénario d'une négociation collaborative pour le choix d'un restaurant. Ce scénario ne nécessite aucune expertise afin de prendre part dans la négociation. De plus, il est facile pour les participants de reporter leurs préférences pour les différents critères pris en compte pour le choix d'un restaurant. En effet, nous considérons le même sujet de négociation des restaurants avec les mêmes critères. Nous avons enrichi le domaine de valeurs des critères. Chaque critère est défini avec un ensemble de valeurs présenté dans la table 7.1. Un total de 630 restaurants ont été générés à partir des critères regroupant les différentes possibilités.

Trois paramètres importants sont à prendre en compte pour initialiser les comportements des agents. En premier lieu, il faut fixer la valeur initiale de dominance affectée à chaque agent. Nous avons

Critère	**Ensemble des valeurs**
Cuisine	Chinois ,Français ,Italien ,Japonais ,Coréen ,Mexicain ,Turc
Ambiance	cosy ,familial ,anime ,moderne ,romantique ,calme
Prix	abordable ,bas prix ,chic
Localisation	centre de paris ,Gare du nord , Montparnasse , près de la tour Eiffel ,Père lachaise

TABLE 7.1 – Ensemble de valeurs possible pour chaque critère afin de choisir un restaurant

choisi une valeur de dominance $dom = 0.55$ afin de générer des comportements de dominance initialement neutres.

En second lieu, il faut initialiser les préférences des agents. Afin de placer les sujets dans des conditions comparables quelles que soient leurs préférences, nous avons demandé aux participants de saisir leurs préférences (voir section 7.4).

A partir des préférences saisies par le participant, nous générons automatiquement les préférences des agents suivant certaines conditions. La première condition visait à générer des modèles de préférences différents de celui communiqué par l'utilisateur dans le but de créer une confrontation qui pousse à la négociation. Pour cela, nous avons utilisé la distance de kendall [8] (*Kendall's* $\tau \in [0, 1]$) afin de définir la limite minimale de différence entre le modèle de l'agent et celui de l'utilisateur. Par conséquent, nous avons fixé la distance à (*Kendall's* $\tau \geq 0.7$).

La seconde condition assurait une différence significative entre les préférences générées pour les différents agents qui vont interagir avec les sujets. Notre objectif est de générer des préférences assez éloignées afin que les agents ne paraissent pas initialisés avec le même état mental et donc donnent l'impression d'interagir avec la même entité.

Nous avons donc gardé uniquement des modèles différents (Kendall's $\tau \geq 0.35$). De plus, nous avons ajouté une condition qui assure une différence de perception : pour chaque critère, les modèles devaient avoir des valeurs différentes pour représenter la valeur la préférée de l'agent. Cela permet de renforcer le sentiment d'interagir avec un agent différent, la valeur préférée étant souvent la première à être proposée par l'agent.

En dernier lieu, nous avons paramétré la stratégie comportementale des agents. Comme notre but est d'analyser l'impact de la complémentarité ou de la similarité de la dominance durant la négociation, nous avons implémenté trois stratégies distinctes reproduisant les comportements désirés. A partir de notre algorithme de la théorie de l'esprit présenté dans le chapitre 6, l'agent calcule la valeur de dominance de l'utilisateur dom_{user} pour chaque tour de parole exprimé par ce dernier. Suivant la valeur de dominance calculée dom_{user}, l'agent adopte une des stratégies suivantes :

1. *Comportement complémentaire* : A chaque tour de parole, l'agent révise sa valeur de dominance pour qu'elle soit complémentaire à celle détéctée pour son partenaire $dom_{agent} = 1 - dom_{user}$.
2. *Comportement similaire* : L'agent va imiter les comportements de dominance exprimées par le participant $dom_{agent} = dom_{user}$.
3. *Comportement neutre* : L'agent ne s'adapte pas à son interlocuteur et suit un comportement de dominance statique.
   $dom_{agent} = dom_{agent}(t = 0)$

En modifiant la valeur de dominance de l'agent à chaque tour, nous avons dû ajouter une contrainte dans son modèle décisionnel afin d'assurer une cohérence dans les comportements générés. En effet, la valeur de dominance est essentielle pour le calcul des satisfiabilités des valeurs et un changement de cette valeur risque de fausser l'ordre

des valeurs satisfiables de l'agent. Par exemple, à un moment t de la négociation, une valeur v est satisfiable, mais due à une adaptation qui cause un changement de dominance la même valeur v peut devenir non satisfiable. Par conséquent, l'agent peut dire à un tour aimer une valeur et au tour suivant refuser une proposition pour cette même valeur.

Comme la stratégie de l'agent est d'adapter ses comportements de dominance a ceux de l'interlocuteur, nous avons dû adapter le calcul de satisfiabilité afin d'assurer une cohérence des comportements de l'agent. Par conséquent, nous avons fait le choix d'utiliser uniquement la valeur de dominance initiale $dom_{agent} = 0.55$ pour calculer la satisfiabilité des valeurs indépendamment des adaptations faites au cours de la négociation.

Nous avons donc implémenté trois agents *Bob, Arthur* et *Kevin*. *Bob* adoptant un comportement complémentaire, *Arthur* qui suit un comportement similaire à celui exprimé par son partenaire de négociation, et enfin *Kevin*, un agent contrôle qui suit une seule stratégie de dominance neutre.

7.3 HYPOTHÈSES

Suivant les travaux de [25, 101, 111], nous supposons que la relation de dominance établie entre l'agent et l'utilisateur a une influence sur les stratégies exprimées par les négociateurs. Elle va donc avoir une conséquence sur les résultats obtenus lors de la négociation ainsi que sur le niveau d'appréciation à négocier avec l'agent. Nous faisons les hypothèses suivantes :

- **H1** : Les comportements de complémentarité et de similarité des agents virtuels sont perçus par les participants.
- **H2** : Les négociateurs atteignent un gain commun plus important quand les négociateurs établissent une relation de dominance complémentaire.
- **H3** : La négociation converge plus rapidement dans le cas où les négociateurs ont une relation de dominance complémentaire.
- **H4** : Le négociateur se sent plus à l'aise avec un partenaire qui exprime un comportement complémentaire.
- **H5** : La complémentarité dans la relation de dominance augmente l'appréciation entre les négociateurs.

7.4 PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL

Nous présentons dans cette section, le protocole expérimental employé, en commençant par les mesures utilisées pour questionner les participants sur leurs interactions avec les différents agents. Ensuite, nous présenterons la population de participants et enfin le protocole suivi pour chaque participant.

7.4.1 *Mesures*

Après chaque interaction avec un agent, le participant était invité à remplir un questionnaire sur la perception des comportements de dominance. Nous avons repris les trois principes de dominance (voir section 5.1) pour évaluer les comportements des participants et des agents. De plus, pour chaque questionnaire, nous avons inséré quelques items de manipulation afin de vérifier la concordance des réponses. Les trois principes représentent quatre comportements de dominance, à savoir :

— **D1** : La prise en compte des préférences de l'autre dans la prise de décision. Nous avons évalué l'égocentrisme des négociateurs dans leurs stratégies de négociation.

— **D2** : Le niveau de concessions exprimé durant la négociation.

— **D3** : Le niveau d'exigence du négociateur.

— **D4** : Le négociateur est leader dans la négociation.

7.4.1.1 *Questionnaire en auto-attribution*

Les participants ont répondu pour eux-mêmes au questionnaire des comportements de dominance dans la négociation que nous avons conçu, afin de mesurer les comportements qu'ils ont exhibés durant leur interaction. Ce questionnaire utilise une échelle de Likert à 5 points. Nous présentons ci-dessous les items de ce questionnaire.

1. J'ai été égocentrique pendant la négociation
2. J'ai pris en compte les préférences de l'agent.
3. J'ai été exigeant(e).
4. J'ai maintenu ma position durant la négociation.
5. J'ai abandonné ma position durant la négociation
6. J'ai fait des concessions pendant la négociation.
7. J'ai mené la négociation.
8. J'étais leader dans la négociation

7.4.1.2 *Questionnaire en hétéro-attribution*

Les participants ont répondu à un questionnaire afin de décrire leur perception de l'agent avec lequel ils interagissaient.

Nous nous sommes principalement intéressés aux comportements de dominance exprimée par l'agent. Pour cela, nous avons utilisé le même questionnaire sur les comportements de dominance (voir section 5.4.2.2)

7.4.2 *Questionnaire concernant l'interaction*

Pour évaluer l'appréciation du participant vis à vis de l'interaction qu'il a eu avec l'agent. Nous nous sommes basés sur les travaux de [84, 101, 110] pour définir le questionnaire ci-dessous :

1. Je suis satisfait(e) de la décision finale.
2. La décision finale était équitable pour nous deux.
3. Je me suis senti(e) à l'aise pendant la négociation.
4. J'ai trouvé que la négociation avec l'agent était aisée.
5. Je me sentais détendu(e) pendant la négociation.
6. Je me sentais anxieux(se) pendant la négociation.
7. J'ai apprécié la négociation avec l'agent.

7.4.3 *Données d'interactions*

Nous avons enregistré les informations suivantes à chaque interaction

— Les préférences du participant et celles de l'agent.

— Le nombre de tours de négociation avant de trouver un compromis

— La position du participant dans le spectre de dominance calculé à partir de l'algorithme de théorie de l'esprit après chaque tour de parole.

— Le dialogue généré.

7.4.4 *Protocole*

Après avoir expliqué le but de l'étude qui portait sur l'évaluation des comportements d'agents virtuels, l'expérimentateur développait le déroulé de l'étude. Premièrement, il expliquait que le but de l'interaction était de négocier avec chaque agent afin de trouver un restaurant où aller dîner. Il leur donnait des instructions afin de se projeter dans une situation réelle en plus de mettre l'accent sur l'aspect "collaboratif" de la négociation comme présenté dans la figure 7.1.

```
Instruction: Mettez vous dans la situation où vous allez
dîner avec un ami ou un collègue pour la première fois,
vous ne connaissez pas ses goûts et il ne connaît pas
les vôtres. Le but est de négocier en fonction de vos
préférences respectives pour de choisir un restaurant
qui vous convienne à tous les deux.
```

FIGURE 7.1 – Explication du but de l'étude.

Une fois le but de l'étude expliqué, l'expérimentateur lançait la phase de tutoriel afin de familiariser le participant à l'utilisation de l'interface de communication. L'expérimentateur présentait les différents actes de dialogues possibles pour communiquer avec l'agent. Le participant était informé que durant cette session l'agent ne répondait pas à ses actes, et que le but était uniquement de manipuler l'interface pour générer des actes.

L'expérimentateur répondait alors à d'éventuelles questions concernant la génération d'actes de dialogue ou leurs significations.

Ensuite, l'expérimentateur annonçait au participant la procédure. D'abord il expliquait au participant qu'il/elle allait négocier avec trois agents virtuels différents. A la fin de chaque négociation, il/elle devrait répondre à différents questionnaires pour évaluer son interaction avec l'agent avec lequel il/elle venait de négocier. Avant de commencer l'expérience, le participant est invité à saisir ses préférences pour les valeurs de chaque critère (voir la figure 7.2).

Une fois les préférences pour les différentes valeurs de critères saisies, la fenêtre avec le premier agent s'ouvrait automatiquement invitant le participant à prendre part à la négociation.

7.4.5 *Hypothèses opérationnelles*

Nous formulons donc les hypothèses opérationnelles suivantes :

— ***H1*** *: Les comportements de complémentarité et de similarité des agents virtuels sont perçus par les participants.*

  ○ Les comportements de dominance attribués par les participants aux agents sont *significativement différents* des comportements de dominance qu'ils se sont auto-attribués.

  ○ Les comportements de dominance attribués par les participants aux agents sont *similaires* aux comportements de dominance qu'ils se sont auto-attribués.

— ***H2*** *: Les négociateurs atteignent un gain commun plus important quand les négociateurs établissent une relation de dominance complémentaire.*

  ○ Le restaurant choisi à la fin de la négociation a une valeur de satisfaction est significativement plus importante pour les préférences des deux négociateurs dans la condition complémentaire comparée aux autres conditions.

- ***H3*** *: La négociation converge plus rapidement dans le cas où les négociateurs ont une relation de dominance complémentaire.*

  ○ Les participants engageront plus de tours de négociations pour trouver un compromis dans la condition similaire et neutre comparé à la condition complémentaire.

— ***H4*** *: Le participant se sent plus à l'aise avec un partenaire qui exprime un comportement complémentaire.*

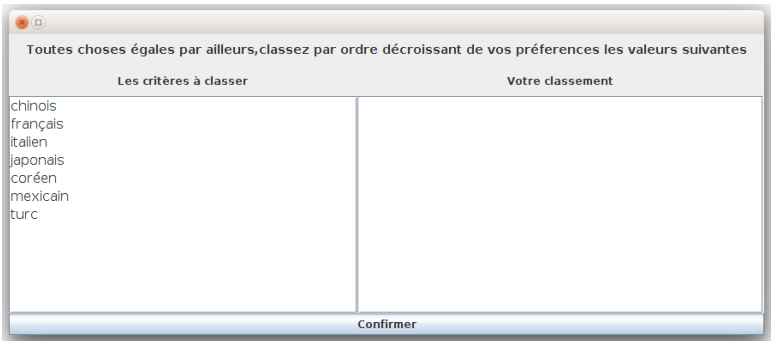


FIGURE 7.2 – Interface pour la saisie d'ordre de préférence. Exemple pour le critère de cuisine

Agent	Évaluation	D1	D2	D3	D4
Comp.	Z-Wilcoxon test	-4.61	-5.3	-6.28	-0.43
	p-value	2.88E-06	7.31E-08	1.42E-10	**0.65**
	Effect size	-0.29	-0.34	-0.4	-0.03
Similaire	Z-Wilcoxon test	-1.57	-2.21	-1.45	-1.33
	p-value	0.11	**0.024**	0.14	0.17
	Effect size	-0.1	-0.14	-0.09	-0.08
Neutre	Z-Wilcoxon test	-6.23	-5.72	-7.056	-0.77
	p value	2.52E-10	6.85E-09	8.19E-13	**0.4351**
	Effect size	-0.4	-0.36	-0.45	-0.049

TABLE 7.2 – Différence de perception de dominance entre l'agent et le participant pour chaque comportement

- Les scores de *confort* perçus sont plus hauts pour l'agent complémentaire et contrôle que pour l'agent similaire.
- Les participants trouvent que la négociation est plus aisée avec l'agent complémentaire comparé aux autres agents.

— ***H5*** *: La complémentarité dans la relation de dominance augmente l'appréciation entre les négociateurs.*

- Les participants vont percevoir l'agent complémentaire comme significativement plus appréciable que l'agent similaire ou neutre.

7.5 RÉSULTATS

Nous avons mené une étude intra-sujet dans laquelle 63 participants ont pris part. Cependant deux participants ont été écartés car ils ne remplissaient pas les conditions requises (mauvaises réponses à la majorité des questions de manipulations). Par conséquent, notre étude statistique a été menée sur les 61 participants restants.

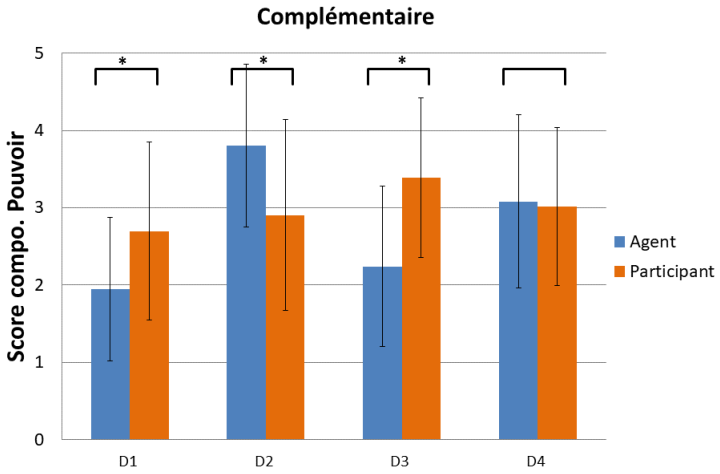
7.5.1 *Perception des comportements des agents*

Pour l'analyse des différences entre les comportements de dominance des agents et des participants, des statistiques non-paramétriques ont été utilisées car la normalité des données ne pouvait être assurée. Pour l'analyse principale, le test des rangs signés de Wilcoxon a été appliqué pour évaluer chacun des quatre comportements.

7.5.1.1 *Perception de complémentarité*

À la fin de chaque négociation, nous avons demandé aux participants de relater leurs comportements de dominance exprimés lors de la négociation. Pour chaque dimension, nous avons comparé la perception des participants de leurs comportements avec ceux que l'agent complémentaire a exprimés. Les statistiques descriptives sont présentées dans la figure 7.3.

Les résultats de l'analyse de Wilcoxon ont révélé que les participants ont perçu une différence significative entre leurs comportements et celui de l'agent comme présenté dans la table 7.2. Cette différence concerne les comportements **D1, D2** et **D3**. Cependant, aucune différence significative n'a été perçue pour le comportement de leader dans la négociation **D4**.



(a) Score de perception des comportements de dominance

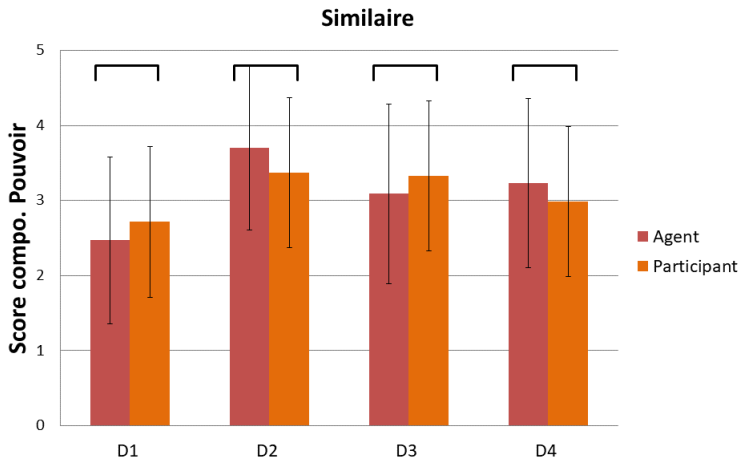
Agent	Evaluation	D1	D2	D3	D4
Comp.	Moyenne	1,94	3,80	2,24	3,08
	Ecart-type	0,93	1,05	1,03	1,11
Part.	Moyenne	2,69	2,94	3,4	3,02
	Ecart-type	1,14	1,23	1,03	1,02

(b) Moyenne et écart type dans les comportements de dominance

FIGURE 7.3 – Perception des comportements de dominance avec l'agent complémentaire

7.5.1.2 *Perception de similarité*

Nous avons aussi analysé les comportements des négociateurs lors de leurs interactions avec l'agent Arthur. Les statistiques descriptives ont déjà montré une forte similarité dans la perception de tous les comportements (voir la figure 7.4). Nous avons complété l'étude par une comparaison de Wilcoxon qui a confirmé l'absence de différence significative comme présenté dans la table 7.2.



(a) Score de perception des comportements de dominance

Agent	Evaluation	D1	D2	D3	D4
Simil.	Moyenne	2,47	3,70	3,09	3,23
	Ecart-type	1,11	1,10	1,19	1,12
Part.	Moyenne	2,71	3,37	3,33	2,98
	Ecart-type	1,06	1,03	1,06	1,09

(b) Moyenne et écart type dans les comportements de dominance

FIGURE 7.4 – Perception des comportements de dominance avec l'agent similaire Arthur

7.5.1.3 *Comportement de l'agent neutre*

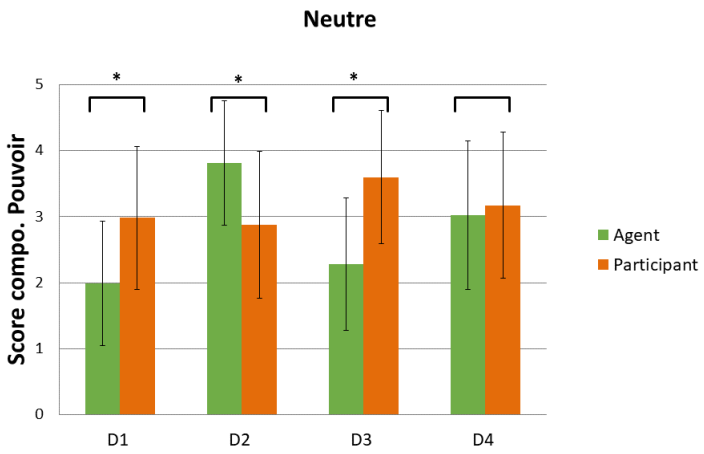
Nous avons conduit les mêmes études statistiques pour analyser la perception des comportements de l'agent neutre. L'analyse descriptive présentée dans la figure 7.5 montre que les participants ont perçu que l'agent adoptait une stratégie complémentaire pour les comportements **D1**, **D2** et **D3**. Cependant, aucune différence significative n'a été perçue pour le comportement **D4**.

7.5.2 *Gain commun*

Nous avons analysé le gain commun des négociateurs durant les différentes négociations. Nous avons d'abord demandé aux participants leurs ressentis sur la satisfaction du restaurant choisi. Nous avons complété cette analyse par une étude objective dans laquelle nous avons calculé le score de satisfaction du restaurant choisi à partir des préférences du participant et de l'agent. L'ensemble des résultats est présenté en Annexe B.

7.5.2.1 *Perception du gain commun*

Nous avons demandé aux participants de renseigner leurs degrés de satisfaction du restaurant choisi avec l'agent.



(a) Score de perception des comportements de dominance

Agent	Evaluation	D1	D2	D3	D4
Neutre	Moyenne	1,99	3,81	2,28	3,02
	Ecart-type	0,94	0,94	1,01	1,12
Part	Moyenne	2,98	2,88	3,60	3,17
	Ecart-type	1,08	1,12	1,01	1,10

(b) Moyenne et écart type dans les comportements de dominance

FIGURE 7.5 – Perception des comportements de dominance avec l'agent neutre

Les résultats sont présentés dans la figure 7.6. D'abord, les statistiques descriptives montrent qu'en moyenne les participants étaient satisfaits du restaurant choisi, et ce pour toutes les négociations. Les scores sont plutôt supérieurs à la moyenne pour tous les agents (les valeurs varient entre *3.83* et *4.5* sur une échelle de *5*).

En outre, nous avons analysé si les participants étaient significativement plus satisfaits du restaurant choisi lors de la négociation avec l'agent Bob qu'avec les autres agents. Nous avons effectué un test de rangs signés de Wilcoxon car la normalité des données n'avait pu être assurée. L'analyse n'a montré aucune différence significative de la perception de gain et d'équité sur le choix du restaurant entre les différents agents.

7.5.2.2 *Analyse du gain commun*

Concernant l'analyse objective du gain commun atteint à la fin de chaque négociation, nous avons dans un premier temps, récupéré les préférences des participants et des agents avec lesquels ils avaient interagi. Ensuite, nous avons calculé la satisfiabilité du restaurant choisi pour chaque négociateur en fonction de leurs préférences (*i.e. l'agent et le participant*). Nous avons ensuite, calculé le gain commun atteint à chaque négociation comme **la moyenne des valeurs de satisfiabilité** des deux négociateurs. Les résultats obtenus pour chaque agent sont présentés dans la figure 7.7.

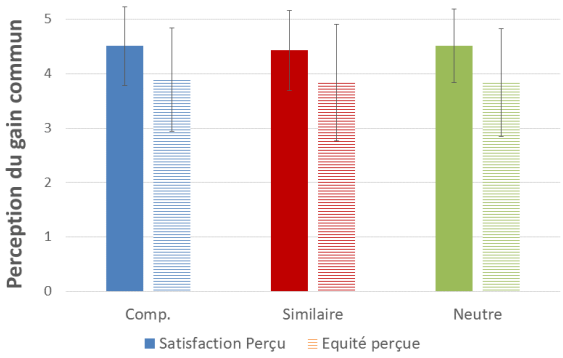


FIGURE 7.6 – Perception du gain commun obtenu pour tous les agents *Aucune différence significative entre les agents*

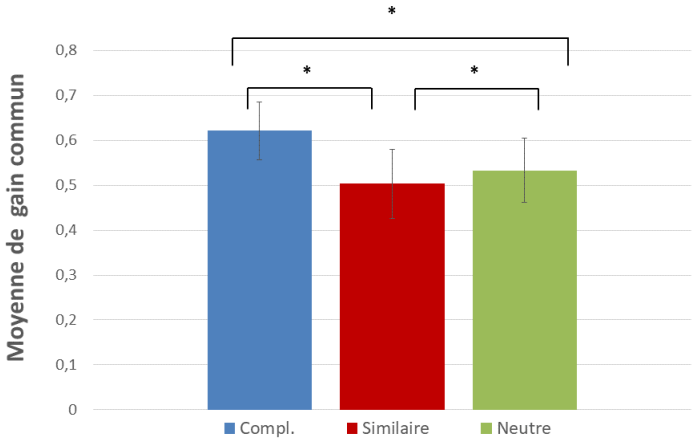
Les valeurs de satisfiabilité sont supérieures à la moyenne pour tous les agents. Rappelons que les valeurs de satisfiabilité sont normalisées dans un intervalle $[0, 1]$. Nous avons étudié si les négociateurs avaient atteint un gain commun plus important en négociant avec l'agent complémentaire, comparé aux autres agents. En vue de la distribution normale des valeurs, nous avons appliqué un T-test afin de comparer chaque paire d'agents. Les résultats obtenus sont présentés dans la figure 7.7. L'analyse de la variance a montré une interaction significative entre la relation de dominance et le gain commun atteint lors des négociations. Effectivement, les participants ont atteint un gain commun significativement plus élevé en négociant avec l'agent complémentaire qu'avec l'agent similaire ($t = 8.9$, $p < 0.01$). La même différence a été perçue en comparant avec l'agent neutre ($t = 6.4$, $p < 0.01$). De plus, les participants ont atteint un meilleur gain commun avec l'agent neutre qu'avec l'agent similaire ($t = 2.3$, $p = 0.02$).

7.5.3 *Tours de paroles*

Nous avons recueilli le nombre de tours de paroles énoncé durant chaque négociation, afin d'analyser l'impact de la relation de dominance sur nombres de tours de parole énoncés avant d'ateindre un compromis. Les statistiques descriptives sont présentées dans la figure 7.8. Un test paramétrique a été utilisé car les données suivent une distribution normale. Les résultats montrent que la négociation convergeait significative plus rapidement quand les participants négociaient avec l'agent complémentaire par rapport à l'agent similaire ($t = 2.7$, $p = 0.003$). De même, la négociation convergeait plus rapidement avec l'agent neutre comparé à l'agent similaire ($t = 4.43$, $p < 0.01$). Les résultats sont présentés en Annexe B. Cependant, aucune différence significative n'a été perçue entre l'agent complémentaire et l'agent neutre ($t = 1.3$, $p = 0.09$).

7.5.4 *Confort*

Les statistiques descriptives sont présentées dans la table 7.9. Les participants se sont globalement sentis à l'aise avec tous les agents. Les

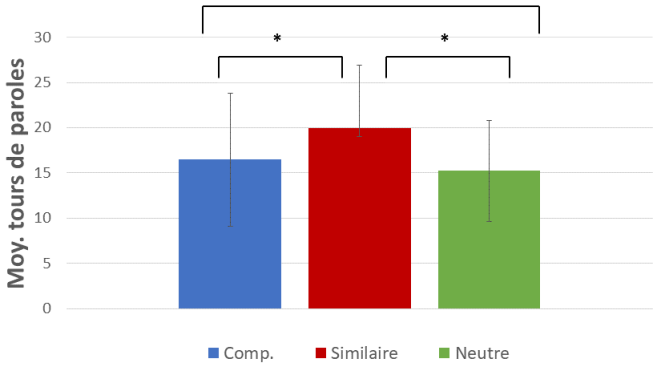


(a) Score du gain commun atteint pour tous les agents *les populations regroupées avec* (∗) *sont significativement différentes*

	Agent Comp.	Agent similaire	Agent neutre
Moyenne	0.62	0.5	0.53
Écart type	0.06	0.08	0.07

(b) Score du gain commun obtenu par négociation

FIGURE 7.7 – Les résultats obtenus pour le gain commun atteint durant la négociation



(a) Nombre de tours de paroles durant une négociation pour tous les agents *les populations regroupées avec* (∗) *sont significativement différentes*

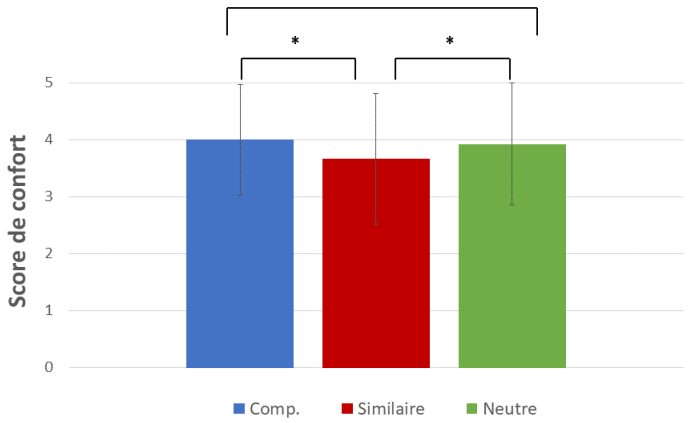
	Agent Comp.	Agent similaire	Agent neutre
Moyenne	16.61	19.94	15.13
Écart type	7.38	6.87	5.6

(b) Nombre de tours de paroles par négociation

FIGURE 7.8 – Résultats pour l'hypothèse H3.

scores de détente ressentie sont supérieurs de 3,4 (sur une échelle à 5 points) pour tous les agents. Au contraire, les scores relatifs à l'anxiété ressentie sont inferieurs de 2 (sur une échelle à 5 points) pour tous les agents.

Afin d'analyser une différence dans le confort perçu, nous avons utilisé un test non paramétrique car la normalité n'a pas pu être assurée. Le test de rang signé de Wilcoxon a été appliqué afin d'analyser si les participants se sont sentis plus à l'aise avec l'agent complémentaire qu'avec les autres agents. (Voir résultats en annexe B). Les résultats montrent que les participants se sont sentis plus à l'aise avec l'agent complémentaire qu'avec l'agent similaire ($Z = -2.73$, $p = 0.002$) avec un effet de taille faible ($e = -0.1$). Cependant, aucune différence significative n'a été perçu entre l'agent complémentaire et l'agent neutre.



(a) Score de confort que les participants ont ressenti pour tous les agents. *les populations regroupées avec (∗) sont significativement différentes*

		Agent Comp.	Agent similaire	Agent neutre
Détendu	Moy.	3.79	3.47	3.79
	SD	1	1.2	1
Anxieux	Moy.	1.79	2.13	1.93
	SD	7.38	6.87	5.6

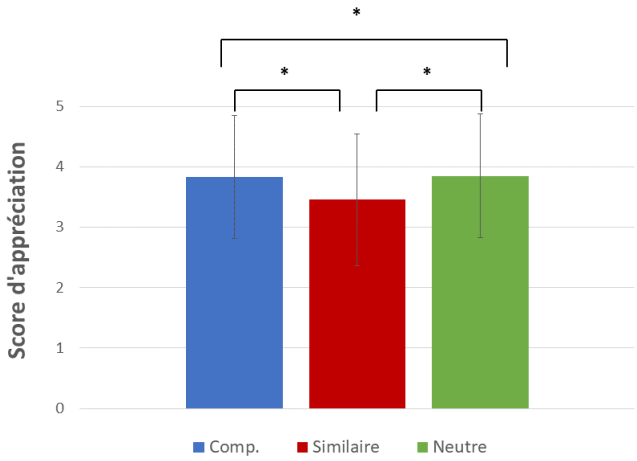
(b) L'effet de la relation de dominance sur le confort ressenti pendant la négociation avec l'agent

FIGURE 7.9 – Résultats pour la perception du confort durant la négociation.

7.5.5 *Appréciation*

Les statistiques descriptives concernant les scores d'appréciation sont présentées dans la figure 7.10. Globalement, les scores sont centrés autour de 3.7 (sur une échelle de 5). L'analyse de variance montre l'effet de la relation de dominance sur la perception de l'appréciation. Les résultats sont présentés en annexe B.

Le test de rangs signés de Wilcoxon montre que l'agent complémentaire a été perçu comme significativement plus agréable que l'agent similaire ($p < 0.01$, $Z = -3.17$). Par ailleurs, l'agent neutre a aussi été perçu comme plus agréable que l'agent similaire ($p < 0.01$, $Z = -3.3$). Cependant, aucune différence n'a été perçue entre l'agent complémentaire et l'agent neutre ($p = 0.6$, $Z = -0.31$).



(a) Score d'appréciation perçue pour tous les agents. *les populations regroupées avec* (∗) *sont significativement différentes*

	Agent Comp.	Agent similaire	Agent neutre
Moy.	3.83	3.46	3.85
SD	1.01	1.09	1.02

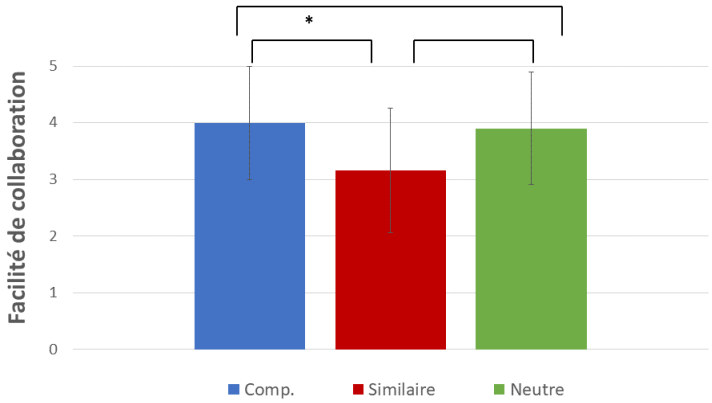
(b) L'effet de la relation de dominance sur l'appréciation perçue

FIGURE 7.10 – Résultats pour la perception de l'appréciation.

Nous nous sommes aussi intéressés à la facilité de collaboration entre le participant et l'agent. En effet, nous avons demandé aux participants de relater le degré de facilité de négociation avec l'agent. Les résultats sont présentés dans la figure 7.11. En général, les participants ont trouvé que la négociation été aisée avec l'agent complémentaire (M= 4, SD = 1) ainsi qu'avec l'agent neutre (M=3.9, SD =0.99). Les participants ont perçue la négociation avec l'agent similaire comme moins aisée (M=3.16, SD = 1.06). Nous avons ensuite analysé si cette différence de perception été significative. Comme les données ne sont pas normalement distribuées, nous avons appliqué le test de rangs signés de Wilcoxon. Les résultats montrent qu'en effet les participants ont trouvé que négocier avec l'agent similaire été significativement moins aisé comparé à l'agent complémentaire ($p < 0.01$, Z = -3.86 avec un effet de taille moyen e = -0.35) et l'agent neutre ($p < 0.01$, Z = -3.61 avec un effet de taille moyen e = -0.32). Cependant, aucune différence n'a été perçue entre l'agent complémentaire et l'agent neutre.

7.6 ANALYSES COMPLÉMENTAIRES

Dans le chapitre 2, nous présentons la relation de dominance comme une relation interpersonnelle qui s'établie durant l'interaction. Par conséquent, en plus du trait de personnalité, un individu est influencé par l'environnement de l'interaction (*ex.* contexte de l'interaction, rôle social ...). Ces différents paramètres vont créer une certaine relation de dominance qui peut varier d'une interaction à une autre. Afin de vérifier si les participants produisaient différents comportements de dominance durant les différentes négociations, nous avons recueilli



(a) Évaluation de la collaboration durant la négociation. *les populations regroupées avec* (∗) *sont significativement différentes*

	Agent Comp.	Agent similaire	Agent neutre
Moy.	4	3.16	3.9
SD	1	1.09	0.99

(b) L'effet de la relation de dominance sur la facilité de collaboration

FIGURE 7.11 – Résultats pour la facilité de collaboration durant la négociation.

la perception de l'agent des comportements de dominance de son interlocuteur. Les résultats sont présentés dans la figure 7.12.

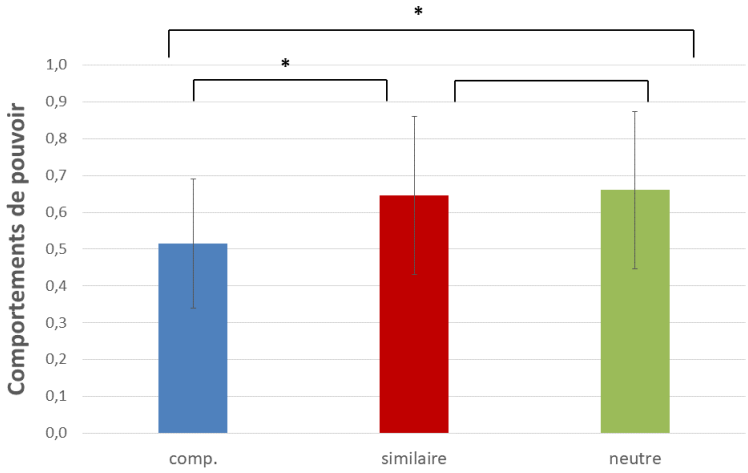
Nous avons analysé, pour le même participant, la variance des comportements de dominance à travers les trois négociations. Pour ce faire, nous avons utilisé le test de rangs signés de Wilcoxon car la normalité des données n'a pu être assurée.

Les résultats montrent que les comportements de dominance des participants variaient d'une interaction à une autre. En effet, le test de Wilcoxon révèle une différence significative entre les comportements perçus par l'agent complémentaire et l'agent similaire ($p<0.01$, $Z = -3.35$). Ces mêmes résultats sont observés en comparant la perception de l'agent complémentaire et l'agent neutre ($p< 0.01$, $Z = -3.88$). Toutefois, aucune différence entre l'agent similaire et l'agent neutre n'a été observée ($p = 0.6$, $Z = 0.44$).

Ces résultats suggèrent que les participants ont adopté une stratégie de négociation différente en fonction de la relation établie avec l'agent.

7.7 DISCUSSION

En général, toutes nos hypothèses ont été validées. Ces résultats appuient la validité de notre modèle négociation collaborative et de théorie de l'esprit dans le cadre d'une interaction agent/humain.



(a) Évaluation de comportements de dominance des participants perçus par les agents. *les populations regroupées avec* $(*)$ *sont significativement différentes*

	Agent Comp.	Agent similaire	Agent neutre
Moy.	0.51	0.64	0.66
SD	0.17	0.21	0.219

(b) Perception de l'agent des comportements de dominance exprimés par les participants

FIGURE 7.12 – Résultats pour la variation des comportements de dominance à travers les interactions.

7.7.1 *Perception des comportements des agents*

Notre hypothèse H1 (*les comportements de complémentarité et de similarité des agents virtuels sont perçus par les participants*) est partiellement validée.

Quatre comportements de dominance ont été pris en compte pour mesurer la stratégie de négociation. Les participants ont été en mesure de distinguer une différence significative de trois comportements sur quatre entre leurs stratégies et celle de l'agent complémentaire.

En effet, les participants ont perçu une différence entre leurs niveaux d'exigences et de concessions **D3**, **D2**, ainsi que la prise en compte des préférences de l'autre **D1**. Cependant, aucune différence n'a été perçue concernant les comportements de leadership durant la négociation **D4**.

Nous avons ensuite analysé les comportements de l'agent neutre. L'agent a été perçu comme adoptant des comportements de dominance significativement complémentaires a ceux des utilisateurs pour les comportements **D1**, **D2** et **D3**. Toutefois, aucune différence n'a été perçue dans les comportements relatifs à **D4** entre l'agent neutre et les participants.

Nous avons étudié les données afin de comprendre pourquoi les participants ne percevaient pas de différence dans les comportements de leadership.

Concernant l'agent complémentaire, les comportements de leaderships ont pu être masqué à cause de sa stratégie d'adaptation qui modifie ses comportements de dominance à chaque tour de parole.

En outre, l'aspect collaboratif de la négociation pourrait avoir atténué la perception du leadership dans la négociation ce qui pourrait expliquer le cas de l'agent neutre.

Enfin, l'absence de résultats pour les deux agents nous amène à nous questionner sur les items proposés pour mesurer le leadership. Il serait intéressant de faire une évaluation post-hoc afin de demander aux participants le type de comportements qu'ils relieraient au leadership durant la négociation.

En parallèle, les participants ont perçu une similarité entre leurs comportements et ceux de l'agent similaire. En moyenne, pour chaque comportement, les valeurs assignées en auto-attribution et en hétéro sont très proches. De plus, l'absence de différence significative appuie ce résultat. Nous sommes conscients que l'absence de différence n'est pas une assurance de similarité de perception. Cependant, il est difficile de trouver un calcul statistique qui assure la similarité entre deux populations.

D'un point de vue plus général, les résultats obtenus appuient la cohérence de notre modèle de décision tant sur la perception des comportements de dominance que sur la capacité de l'agent à percevoir les comportements de son interlocuteur et de s'y adapter correctement.

Par ailleurs, la perception des comportements de l'agent neutre comme complémentaires à ceux des participants soutient que la relation interpersonnelle de dominance qui s'établie au cours de l'interaction est complémentaire [15]. En effet, indépendamment des deux autres agents où nous avions manipulé l'adaptation de l'agent, dans la condition neutre l'agent ne s'adapte pas aux comportements du participant. Néanmoins, les résultats démontrent que le participant s'est adapté aux comportements exhibés par l'agent et a ainsi établi une relation interpersonnelle de dominance complémentaire.

7.7.2 *Gain commun*

Notre seconde hypothèse (*Les négociateurs atteignent un gain commun plus important quand les négociateurs établissent une relation de dominance complémentaire.*) est validée.

Nous avons en premier temps demandé aux participants de relater leur avis sur le restaurant choisi pour chaque négociation. En général, les participants ont été satisfaits du choix final et le trouvaient équitable pour toutes les négociations. En analysant la valeur de satisfiabilité du restaurant choisi pour les préférences des participants (voir table 7.3), les valeurs étaient autour de 0.7 ($min = 0.69$, $max = 0.73$).

Cependant, en analysant la valeur de satisfiabilité pour les préférences de l'agent, en moyenne, seul l'agent complémentaire a pu converger vers un restaurant qui respecte ses préférences ($M = 0.53$, $SD = 0.2$).

	Agent Comp.		Agent similaire		Agent neutre	
	Part.	Agent	Part.	Agent	Part.	Agent
Moy.	0,71	0,53	0,69	0,33	0,73	0,34
SD	0,2	0,24	0,18	0,19	0,18	0,16

TABLE 7.3 – Moyenne des valeurs de satisfiabilité du restaurant choisi pour chaque négociateur

Concernant l'agent similaire, la moyenne de satisfiabilité est assez basse. Ceci est causé par le fait que les négociateurs ne communiquaient pas bien durant la négociation. Par conséquent, la négociation durait plus longtemps causant la chute de la courbe de concession $Self$. De ce fait, l'agent faisait plus de concession et finissait par accepter un restaurant dont la satisfiabilité n'était pas élevée ($M = 0.33$, $SD = 0.18$).

Concernant l'agent neutre qui n'est pas très dominant, il est normal que dans la majorité des cas, la courbe de concession finissait par décroitre menant l'agent à faire des concessions importantes. Ceci explique la moyenne de satisfiabilité atteinte par l'agent neutre ($M = 0.34$, $SD = 0.16$).

Cette analyse confirme les résultats de l'étude objective menée. Pour toutes les négociations, nous avons comparé le gain commun et nous avons observé qu'il était significativement plus important durant les négociations avec l'agent complémentaire comparé aux autres agents. De plus, les négociateurs avaient de meilleurs gains durant la négociation avec l'agent neutre comparé à l'agent similaire. Ceci prouve que la relation complémentaire qui s'est installée durant la négociation avec l'agent neutre a permis un meilleur échange d'information.

Ces résultats confirment que les négociateurs communiquent mieux et par conséquent négocient mieux dans le cadre d'une relation complémentaire de dominance.

7.7.3 *Tours de paroles*

Notre hypothèse H3 (*La négociation converge plus rapidement dans le cas où les négociateurs ont une relation de dominance complémentaire*) est validée. En effet, la négociation convergeait en moyenne plus rapidement quand une relation de dominance complémentaire s'établissait entre l'agent et le participant. De plus, dans cette même condition le gain commun atteint par les négociateurs était plus important. Ainsi, ces résultats appuient les théories de psychologie sociale selon lesquelles la relation interpersonnelle de dominance améliore la coordination et l'échange d'informations.

En ce qui concerne l'agent neutre, la négociation convergeait rapidement à cause de deux raisons. Premièrement, avec une valeur de dominance initialisée à 0.5, l'agent avait un niveau d'exigence moyen ce qui facilitait le processus pour trouver un compromis. Deuxièmement, d'après nos résultats, dans cette condition, une relation com-

plémentaire de dominance s'était établie entre les négociateurs ce qui facilitait la coordination.

En conclusion, la relation interpersonnelle de dominance améliore la coordination et l'échange d'information qui résulte en des processus de négociation court et plus efficaces.

7.7.4 *Appréciation de l'agent*

Nos hypothèses H4 (*Le négociateur se sent plus à l'aise avec un partenaire qui exprime un comportement complémentaire*) et H5 (*La complémentarité dans la relation de dominance augmente l'appréciation entre les négociateurs.*) sont validées.

Pour l'appréciation, les scores sont au-dessus de la moyenne pour tous les agents. Ce pourrait être le reflet d'un léger biais positif envers les agents. Toutefois, l'analyse des différences a révélé que les participants ont significativement plus apprécié la négociation avec l'agent complémentaire que l'agent similaire. De même, les participants ont jugé que l'agent neutre était aussi plus agréable que l'agent similaire.

En outre, nous avons analysé le confort ressenti lors de la négociation. Globalement, les participants se sont sentis détendus durant la négociation et ont trouvé la négociation confortable avec tous les agents.

L'analyse de variance a révélé que les participants se sont plus sentis à l'aise avec l'agent complémentaire qu'avec l'agent similaire. Cependant, aucune différence n'a été perçue entre l'agent complémentaire et l'agent neutre, et entre l'agent neutre et l'agent similaire.

En plus du confort, nous avons analysé la facilité de collaborer avec l'agent durant la négociation. Les résultats montent que les participants ont perçu le processus de négociation comme plus aisé avec l'agent complémentaire et l'agent neutre qu'avec l'agent adoptant une stratégie similaire à la leurs.

Ces résultats confirment nos hypothèses. Les participants préfèrent négocier avec un partenaire avec lequel ils ont établi une relation complémentaire qu'avec un négociateur qui exhibe des comportements de dominance similaires.

7.8 CONCLUSION

Pour cette quatrième étude, nous avions pour objectif d'étudier l'effet de la relation de dominance sur la négociation entre un agent et un participant humain. Nous nous sommes basés sur les travaux de Tienders et Wiltermuth [101, 110] qui affirment que la complémentarité dans la relation de dominance avait un impact positif sur la négociation.

Nous avons implémenté trois agents négociateurs adoptant trois stratégies différentes, un agent complémentaire, un agent similaire et un agent neutre. 63 participants ont pris part à des négociations collaboratives avec ces agents dans le but de trouver un restaurant qui satisfasse leurs préférences.

Les résultats ont confirmé la majorité de nos hypothèses et nous ont permis d'aller plus loin dans l'analyse des comportements de dominance dans la négociation.

D'abord, nous avons pu valider notre modèle de la théorie de l'esprit dans le cadre d'une interaction avec un utilisateur humain. Les résultats montrent que les participants ont été capables de percevoir une différence dans les stratégies qu'adoptaient les agents. Ceci nous permet de valider la robustesse des prédictions de notre modèle.

Par ailleurs, toutes les hypothèses relatives à l'effet positif de la relation de dominance complémentaire ont été validées. Quand les négociateurs établissaient une relation de dominance complémentaire, ils atteignaient un meilleur gain commun et ceux dans un délai plus court comparé aux autres configurations. La négociation était vécue comme plus agréable et confortable et les négociateurs semblaient mieux collaborer.

Les résultats ont aussi révélé des comportements qui soutiennent les travaux en psychologie sociale. En effet, en analysant les comportements exprimés lors des négociations avec l'agent neutre, nous nous sommes rendu compte qu'une relation complémentaire de dominance s'était installée entre les négociateurs. Ces résultats appuient la définition de Dunbar and Burgoon [26] qui affirment que la relation de dominance est forcément complémentaire. En outre, la relation de dominance étant interpersonnelle, elle s'établit durant l'interaction. Ce point a aussi été validé par nos analyses qui nous ont permis de montrer que les participants ont adopté des comportements de dominance différents d'une négociation à une autre. Cela suggère que les négociateurs s'adaptent à leur interlocuteur pour définir une relation de dominance propre à l'interaction.

Troisième partie

CONCLUSION

8 CONCLUSION

Sommaire

8.1 Contributions 132
- 8.1.1 Décision basée sur les comportements de dominance 133
- 8.1.2 Simulation des comportements de l'interlocuteur 134
- 8.1.3 Impact de la complémentarité de la dominance sur la négociation 134

8.2 Perspectives à court et à long terme 135
- 8.2.1 Traits individuels des négociateurs 135
- 8.2.2 Expressivité de l'agent 135

Cette thèse s'est intéressée à la simulation d'une relation interpersonnelle de dominance entre un agent conversationnel et un humain. Nous nous plaçons dans le contexte des environnements collaboratifs dans lesquels l'agent partage des objectifs communs avec l'utilisateur. Dans le cadre de ce type d'interaction, les négociations sont fréquentes afin de mettre en œuvre des stratégies qui vont résoudre les conflits liés à ces tâches communes. L'étude de l'existant a montré qu'une relation sociale s'établissait entre les interlocuteurs. Cette dernière influençait leurs stratégies d'interaction et plus particulièrement les stratégies de négociation. La relation de dominance est parmi les relations les plus étudiées dans le contexte de négociation humain/humain.

Nous avons choisi de nous intéresser à la modélisation de cette relation interpersonnelle entre un agent et un humain et d'étudier son impact sur le processus de négociation. Nous rappelons dans ce chapitre nos contributions majeures, les résultats obtenus et nous terminons par les perspectives sur le court et long terme.

8.1 CONTRIBUTIONS

La première partie de ce travail était consacrée à construire un état de l'art regroupant les travaux en psychologie sociale et en informatique. Sur l'aspect psychologie, nous nous sommes penchés sur les recherches étudiant la dominance dans les interactions. Nous avons présenté les différents travaux autour de ce concept, comme trait de personnalité, statut ou relation interpersonnelle.

Nous avons détaillé sa manifestation dans les interactions tant sur le niveau verbal et non verbal. Ensuite, nous avons expliqué la manifestation des comportements de dominance sur un niveau stratégique au cours de négociations humain/humain.

Cet état de l'art nous a permis d'identifier les comportements récurrents dans les négociations qui sont liés à la relation de dominance.

Concernant les travaux en informatique, nous avons présenté les contributions majeures dans la modélisation de systèmes de négociation autonomes. Nous avons discuté l'évolution de ce domaine vers l'intégration de comportements sociaux afin d'enrichir les stratégies de négociation autonome.

Ces travaux nous ont guidé dans la proposition de notre principale contribution de cette thèse, à savoir, un modèle de négociation collaboratif dont les stratégies de négociation sont régies par des comportements de dominance.

Le système de négociation collaborative proposé est composé de trois composantes principales.

D'abord, nous avons proposé un domaine de négociation générique, inspiré des travaux en négociation multicritères. Il permet à l'agent de négocier sur des thèmes variés. De plus, il dispose d'un modèle de préférences d'ordre partiel. L'agent dispose donc de préférences qui guident sa prise de décision rationnelle durant la négociation.

En parallèle, le modèle de communication à base d'actes de dialogue permet à l'agent d'échanger des informations et de négocier avec

son interlocuteur. Ces actes de dialogues sont accompagnés d'une formalisation en langage naturel afin de rendre l'interaction plus naturelle et flexible à l'évolution de la négociation.

8.1.1 *Décision basée sur les comportements de dominance*

La partie essentielle de ce modèle de négociation est le modèle décisionnel de l'agent. Nous avons identifié trois principes de comportements liés à la dominance dans les travaux en psychologie sociale. Chacun de ces principes a été implémenté dans le processus décisionnel de l'agent.

En effet, à partir de sa position sur le spectre de dominance, l'agent va exprimer ses stratégies de concessions et d'exigences spécifiques. Il va donner plus de poids à ses préférences et essayer de contrôler la négociation.

Une expérimentation a ensuite été mise en place afin de vérifier la perception des comportements de dominance exprimés par nos agents.

Nous avons conduit une première étude agent/agent où des dyades dans lesquels des agents avec des comportements dominants ont négocié avec des agents soumis. Les participants ont joué le rôle de juges externes afin d'évaluer les comportements des agents dans les dialogues de négociation produits.

Les résultats obtenus confirment que les participants étaient capables de distinguer différents comportements de dominance d'un agent à un autre. Nous avons complété cette expérimentation par une étude agent/humain.

Dans cette étude, les participants ont négocié avec deux agents, un agent dominant et un agent soumis. Le but était d'évaluer si les participants percevaient une différence significative entre les deux agents et identifiaient leurs comportements de dominance.

Les résultats suggèrent que les participants percevaient les comportements de dominance exprimés par les agents. En effet, l'agent dominant était perçu comme plus égocentrique et plus exigent et tentait contrôler la négociation alors que l'agent soumis manquait d'initiatives et prenait en compte les préférences de son interlocuteur. Cependant, peu de différences ont été perçues sur les comportements liés aux concessions dues à une limite de notre méthodologie. En effet, nous n'avons pas pris en compte l'impact de la distance des préférences pour la mise en place de l'étude. En conséquence, sur beaucoup de dyades les participants avaient des préférences similaires avec l'agent dominant et des préférences opposées avec l'agent soumis.

Globalement, les résultats de cette expérimentation suggèrent que les comportements de dominance implémentés sont correctement perçus par les participants. Ces résultats nous ont encouragés dans la suite de nos travaux.

En effet, afin de simuler une relation interpersonnelle de dominance, l'agent doit reconnaitre les comportements de dominance de son

interlocuteur afin d'adopter un comportement complémentaire. Cette adaptation crée une relation interpersonnelle de dominance.

8.1.2 *Simulation des comportements de l'interlocuteur*

Notre seconde contribution est l'extension de notre modèle de négociation collaborative pour qu'il raisonne sur les comportements de dominance d'un interlocuteur. Ce modèle est crucial, car à travers ces prédictions, l'agent révise ses comportements de dominance dans le but de simuler une relation interpersonnelle de dominance avec son interlocuteur.

Pour la mise en œuvre ce modèle, nous nous sommes inspirés des travaux en théorie de l'esprit, et plus particulièrement, l'approche *simulation-theory*. Par conséquent, nous avons utilisé le modèle décisionnel de l'agent pour qu'il puisse prédire les comportements de dominance de son interlocuteur.

Pour ce faire, nous avons dû adapter le modèle décisionnel de l'agent pour qu'il puisse prédire les comportements de dominance à chaque tour de parole, avec seulement une connaissance partielle des préférences de l'interlocuteur.

Nous avons validé la pertinence des prédictions dans une étude agent/agent. Nous avons généré plusieurs dyades d'agents négociateurs (au total 1080 dyades). En plus de négocier avec l'autre, chaque agent devait deviner la valeur de dominance de son interlocuteur.

Les résultats obtenus montrent que les prédictions étaient correctes dans 96% des cas avec un temps de raisonnement court.

8.1.3 *Impact de la complémentarité de la dominance sur la négociation*

Notre modèle de négociation collaborative enfin implémenté, nous avons étudié l'impact de la relation interpersonnelle sur le processus de négociation.

Les travaux en psychologie sociale stipulent qu'une relation interpersonnelle de dominance complémentaire améliore l'échange d'information et mène à un meilleur gain commun des négociateurs.

L'expérience de la négociation est mieux vécue et une relation d'appréciation s'établit entre les négociateurs.

Nous avons manipulé trois conditions pour la création des dyades de négociation. Dans la première dyade, l'agent adoptait un comportement complémentaire à celui du participant. En revanche, dans la seconde dyade, l'agent a été manipulé pour exprimer des comportements de dominance similaire à ceux détectés chez le participant. Enfin, dans la dernière dyade l'agent adopte un comportement neutre et ne s'adapte pas à son interlocuteur.

Les résultats ont confirmé la majorité de nos hypothèses, ou les dyades complémentaires atteignaient de meilleurs gains communs. Par ailleurs, la négociation était vécue comme plus agréable et confortable. Enfin, les négociateurs semblaient mieux collaborer.

Néanmoins, il est nécessaire de garder à l'esprit que l'expérimentation informatique n'est pas une validation en soi d'un modèle psychologique. En effet, les études que nous avons menées évaluent la perception des comportements générés par notre implémentation. Ce processus étant subjectif, d'autres modèles informatiques mêmes sans aucune base théorique peuvent atteindre les mêmes résultats que ceux obtenus par notre modèle.

L'intérêt de faire une étude expérimentale réside dans la réflexion bidirectionnelle qu'elle nourrit par rapport au concept implémenté que par rapport aux choix computationnels faits [30].

8.2 PERSPECTIVES À COURT ET À LONG TERME

À l'issue des travaux de cette thèse, nous avons relevé quelques perspectives à explorer dans des travaux futurs.

8.2.1 *Traits individuels des négociateurs*

La première perspective a pour but de pallier à la limite principale de cette thèse. Le modèle de négociation n'a été testé que pour une seule interaction avec un contexte applicatif basique. Cependant, les environnements collaboratifs impliquent généralement des interactions à répétitions avec un contexte applicatif précis. Par conséquent, les traits individuels des interlocuteurs sont à prendre en compte pour la simulation de la relation interpersonnelle.

Le contexte applicatif a pour conséquence de définir les rôles des interlocuteurs dans l'interaction qui définira leur statut hiérarchique. Notre modélisation initie la relation de dominance sans prérequis, et le comportement de l'agent est donc neutre. Cependant, en fonction du rôle joué par l'agent, son comportement de dominance doit être initié en conséquence. Par exemple, un agent jouant un rôle de tuteur va être initialisé dans le haut spectre de dominance.

Par ailleurs, les interactions répétées, vont faire resurgir les traits individuels de chaque interlocuteur et vont affecter l'évolution de la relation interpersonnelle et les comportements exhibés. Il devient essentiel à ce point de les considérer pour rendre l'interaction plus crédible.

8.2.2 *Expressivité de l'agent*

Un premier axe à étudier sur le long terme est l'enrichissement des stratégies de communication de l'agent. Ce dernier ne communique qu'à travers des actes de dialogue dont le texte en langage naturel est codé manuellement. Cependant, nous avons montré dans la section 3.1.4 que les comportements de dominance s'expriment aussi avec des comportements verbaux et non verbaux.

Il est donc nécessaire d'améliorer l'expressivité de l'agent afin de rendre ses stratégies de négociation saillantes dans la négociation.

8.2.2.1 *Comportement verbal*

La première étape vise à améliorer le style linguistique de l'agent. Nous avons montré dans la section 4.3.3 que la formalisation des actes de dialogue en langage naturel était neutre.

Nous cherchons donc à donner pour chaque acte de dialogue une formalisation spécifique en fonction de la dominance de l'agent. Les travaux en psychologie sociale ont montré que les individus dominants exprimaient clairement leurs préférences. En revanche, les personnes soumises exprimaient des hésitations et ne rendaient pas leurs préférences explicites. Ceci est soutenu par la collecte de données que nous avons effectuée.

Par exemple, dans le second dialogue enregistré (voir figure 4.2), les individus utilisaient deux styles linguistiques différents pour le même acte de dialogue *StatePreference*. Par exemple, dans le *DS1* l'interlocuteur B exprime qu'il n'aime pas vraiment les crêperies sur Paris en insinuant uniquement qu'il a vécu trois ans à Rennes et ce n'est qu'en *DS2* qu'il explique trouver les crêperies sur Paris moyenne.

À l'opposé, l'interlocuteur A qui avait un comportement dominant, affichait ses préférences comme montrées dans le *DS3* :

```
   B: Sinon j'aime bien japonais
A: Je n'aime pas du tout le japonais.
   B: tu n'aimes pas tout ce qui est poisson cru ...
A: je n'aime pas trop la cuisine asiatique encore moins
japonais.
   B: Je n'aime pas trop les sushis déjà.
A: Non je ne suis pas trop cuisine asiatique
```

8.2.2.2 *Comportement décisionnel*

La seconde possibilité est d'améliorer l'expressivité sur un niveau décisionnel. En effet, l'argumentation est un processus important durant la négociation, qui permet aux négociateurs de persuader et de convaincre leurs interlocuteurs. L'argumentation dans la négociation a déjà fait l'objet de plusieurs travaux en négociation automatique [85, 102]. Cependant, ces travaux se focalisent toujours sur une négociation rationnelle. Il serait intéressant d'étudier comment les comportements de dominance vont affecter les stratégies d'argumentations et leurs expressions dans la négociation.

8.2.2.3 *Comportement non verbal*

La dernière perspective serait d'intégrer le modèle de négociation collaborative dans un agent incarné. Le but est de doter l'agent de comportements non verbaux. Nous avons présenté dans le chapitre 3, plusieurs contributions en informatique affective qui ont implémenté des comportements non verbaux de dominance dans des agents incarnés. Ces comportements ont eu un impact direct sur l'interaction et sur les stratégies de négociation [81, 82].

Sur la base que l'agent soit doté de comportements non verbaux, il est intéressant de continuer d'étudier l'impact des affects et des émotions sur les stratégies de négociation. En effet, des chercheurs en psychologie sociale [105] ont montré que l'expression de joie et de colère combinée aux comportements de dominance avait un impact direct sur la négociation. Les négociateurs concédaient plus à un négociateur dominant qui exprimait de la colère qu'à un négociateur joyeux.

Ces perspectives vont dans la continuité des recherches qui visent à améliorer la crédibilité des interactions d'un agent virtuel et un utilisateur humain. Ceci est d'autant plus important dans les environnements collaboratifs où les interactions ont un rôle important dans l'échange d'information et l'amélioration de la collaboration et la bonne entente.

Quatrième partie

ANNEXES

A

DIALOGUES GÉNÉRÉS POUR L'ÉTUDE AGENT/AGENT

Nous avons proposé quatre dialogues avec des initialisations différentes concernant les valeurs de dominance et les préférences respectives des agents A et B

A.0.1 *Dialogue 1*

```
A: "Let's go to a Chinese restaurant."
  B: "I don't like Chinese restaurants, let's choose
something else."
A: "Let's go to the Shanghai. It's a quiet, cheap
Chinese restaurant on the south side."
  B: "Do you like Italian restaurants?"
A: "I don't like Italian restaurants."
  B: "Do you like French restaurants?"
A: "Let's go to the Shanghai. It's a quiet, cheap
Chinese restaurant on the south side."
  B: "Do you like French restaurants?"
A: "I don't like French restaurants."
  B: "Do you like Korean restaurants?"
A: "Let's go to a cheap restaurant."
  B: "Okay, let's go to a cheap restaurant."
A: "Let's go to a restaurant on the south side."
  B: "Okay, let's go to a restaurant on the south
side."
A: "Let's go to the Shanghai. It's a quiet, cheap
Chinese restaurant on the south side."
  B: "Okay, let's go to the Shanghai restaurant."
```

A.0.2 *Dialogue 2*

A: "Let's go to a Chinese restaurant."
B: "I don't like Chinese restaurants, let's choose something else."
A: "Let's go to a cheap restaurant."
B: "Do you like expensive restaurants?"
A: "I don't like expensive restaurants."
B: "Do you like affordable restaurants?"
A: "Let's go to a cheap restaurant."
B: "Do you like affordable restaurants?"
A: "I don't like affordable restaurants."
B: "What kind of atmosphere do you like?"
A: "Let's go to a cheap restaurant."
B: "Okay, let's go to a cheap restaurant."
A: "Let's go to the Sap. It's a quiet, cheap Japanese restaurant on the south side."
B: "Okay, let's go Sap restaurant".

A.0.3 *Dialogue 3*

A: "Let's go to a Chinese restaurant."
B: "I don't like Chinese restaurants, let's choose something else."
A: "Let's go to a cheap restaurant."
B: "Do you like expensive restaurants?"
A: "I don't like expensive restaurants."
B: "Do you like affordable restaurants?"
A: "Let's go to a cheap restaurant."
B: "Okay, let's go to a cheap restaurant."
A: "Let's go to the Sap. It's a quiet, cheap Japanese restaurant on the south side."
B: "Okay, let's go to the Sap restaurant."

A.0.4 *Dialogue 4*

A: "Let's go to a restaurant on the north side."
B: "Okay, let's go to a restaurant on the north side."
A: "Let's go to the Paris bistro . It's a romantic, cheap French restaurant on the north side."
B: "Okay, let's go to the Paris bistro restaurant."

B

COMPLÉMENTARITÉ VS SIMILARITÉ DANS LA RELATION DE DOMINANCE

B.1 GAIN COMMUN ATTEINT DANS LA NÉGOCIATION

B.1.1 *Perception du gain commun*

		Comp. > Similaire	**Comp. > Neutre**	**Neutre > Similaire**
Équité	Z-Wilcoxon	- 0.23	- 0.34	- 0.06
	p-value	0.47	0.4	0.43
Satisfaction	Z-Wilcoxon	- 0.67	- 0.22	- 0.69
	p-value	0.24	0.41	0.29

Table B.1 – Analyse du gain commun atteint par tous les agents

B.1.2 *Satisfaction du choix final*

	Comp. >Similaire	**Comp. >Neutre**	**Neutre >Similaire**
T-test	8,9	6,4	2,3
p-value	1,74E-12	2,884E-08	0,025

Table B.2 – Analyse du gain commun atteint par tous les agents

B.2 TOURS DE PAROLES PAR NÉGOCIATION

	Comp. < Similaire	**Comp. < Neutre**	**Neutre < Similaire**
T-test	3.33	1.49	5.56
p-value	0.0007	0,06	2.595e-07

Table B.3 – Analyse de la différence entre le nombre de tours de paroles

B.3 APPRÉCIATION ET CONFORT DURANT LA NÉGOCIATION

		Comp.>Sim.	**Comp.>Neutre**	**Neutre>Sim.**
Appréciation	Z-Wilcoxon	-3,17	-0,32	-3,29
	p-value	0,0005	0,6298	0,0003
	Effect size	-0,20	-0,02	-0,21
Confort	Z-Wilcoxon	-2,74	-0,81	-2,62
	p-value	0,0026	0,2	1
	Effect size	-0,18	-0,05	-0,17
Collaboration	Z-Wilcoxon	-3,86	-0,91	-3,61
	p-value	4,28E-05	0,1718	0,0001
	Effect size	-0,35	-0,08	-0,33

Table B.4 – Les scores d'appréciation pour tous les agents

BIBLIOGRAPHIE

[1] Tim Baarslag, Koen Hindriks, Catholijn Jonker, Sarit Kraus et Raz Lin. « The first automated negotiating agents competition (ANAC 2010) ». In : *New Trends in agent-based complex automated negotiations*. Springer, 2012, p. 113–135.

[2] Tim Baarslag, Koen Hindriks, Mark Hendrikx, Alexander Dirkzwager et Catholijn Jonker. « Decoupling negotiating agents to explore the space of negotiation strategies ». In : *Novel Insights in Agent-based Complex Automated Negotiation*. Springer, 2014, p. 61–83.

[3] Nikolaus Bee, Stefan Franke et Elisabeth Andreé. « Relations between facial display, eye gaze and head tilt : Dominance perception variations of virtual agents ». In : *Affective Computing and Intelligent Interaction and Workshops, 2009. ACII 2009. 3rd International Conference on*. IEEE. 2009, p. 1–7.

[4] Nikolaus Bee, Colin Pollock, Elisabeth André et Marilyn Walker. « Bossy or wimpy : expressing social dominance by combining gaze and linguistic behaviors ». In : *Proc. IVA 2010*. 2010, p. 265–271.

[5] Marie-France Blanquet. « Web collaboratif, web coopératif, web 2.0. : quelles interrogations pour l'enseignant documentaliste ». In : *Formation des personnes ressources en documentation* (2007).

[6] Allan Borodin et Ran El-Yaniv. *Online computation and competitive analysis*. cambridge university press, 2005.

[7] Craig Boutilier, Rajarshi Das, Jeffrey O Kephart, Gerald Tesauro et William E Walsh. « Cooperative negotiation in autonomic systems using incremental utility elicitation ». In : *Proceedings of the Nineteenth conference on Uncertainty in Artificial Intelligence*. Morgan Kaufmann Publishers Inc. 2002, p. 89–97.

[8] Franz J Brandenburg, Andreas Gleissner et Andreas Hofmeier. « Comparing and aggregating partial orders with Kendall tau distances ». In : *Discrete Mathematics, Algorithms and Applications* 5.02 (2013), p. 1360003.

[9] Joost Broekens, Catholijn M Jonker et John-Jules Ch Meyer. « Affective negotiation support systems ». In : *Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments* 2.2 (2010), p. 121–144.

[10] Joost Broekens, Maaike Harbers, Willem-Paul Brinkman, Catholijn M Jonker, Karel Van den Bosch et John-Jules Meyer. « Virtual reality negotiation training increases negotiation knowledge and skill ». In : *International Conference on Intelligent Virtual Agents*. Springer. 2012, p. 218–230.

[11] Merijn Bruijnes. « Affective conversational models : interpersonal stance in a police interview context ». In : *Affective Computing and Intelligent Interaction (ACII), 2013 Humaine Association Conference on*. IEEE. 2013, p. 624–629.

[12] JK Burgoon, LA Stern et L Dillman. *Interpersonal adaptation : Dyadic patterns of interaction*. 1995.

[13] Judee K Burgoon et Norah E Dunbar. « An interactionist perspective on dominance-submission : Interpersonal dominance as a dynamic, situationally contingent social skill ». In : *Communications Monographs* 67.1 (2000), p. 96–121.

[14] Judee K Burgoon et Norah E Dunbar. « Nonverbal expressions of dominance and power in human relationships ». In : *The Sage handbook of nonverbal communication. Sage* 2 (2006).

[15] Judee K Burgoon et Norah E Dunbar. « Nonverbal expressions of dominance and power in human relationships ». In : *The Sage handbook of nonverbal communication. Sage* 2 (2006).

[16] Judee K Burgoon, Michelle L Johnson et Pamela T Koch. « The nature and measurement of interpersonal dominance ». In : *Communications Monographs* 65.4 (1998), p. 308–335.

[17] Lindsey Jacquelyn Byom et Bilge Mutlu. « Theory of mind : Mechanisms, methods, and new directions ». In : *Frontiers in human neuroscience* 7 (2013), p. 413.

[18] Daniel J Canary et Brian H Spitzberg. « Appropriateness and effectiveness perceptions of conflict strategies ». In : *Human communication research* 14.1 (1987), p. 93–118.

[19] Raymond Bernard Cattell, Herbert W Eber et Maurice M Tatsuoka. *Handbook for the sixteen personality factor questionnaire (16 PF) : In clinical, educational, industrial, and research psychology, for use with all forms of the test*. Institute for Personality et Ability Testing, 1970.

[20] Carsten KW De Dreu et Gerben A Van Kleef. « The influence of power on the information search, impression formation, and demands in negotiation ». In : *Journal of Experimental Social Psychology* 40.3 (2004), p. 303–319.

[21] Carsten KW De Dreu et Paul AM Van Lange. « The impact of social value orientations on negotiator cognition and behavior ». In : *Personality and Social Psychology Bulletin* 21.11 (1995), p. 1178–1188.

[22] Morteza Dehghani, Peter J Carnevale et Jonathan Gratch. « Interpersonal effects of expressed anger and sorrow in morally charged negotiation ». In : *Judgment and Decision Making* 9.2 (2014), p. 104.

[23] Michael Dietler et Brian Hayden. *Feasts : archaeological and ethnographic pespectives on food, politics, and power*. University of Alabama Press, 2010.

[24] Pierre Dillenbourg et Michael Baker. « Negotiation spaces in human-computer collaborative learning ». In : 1996.

[25] D Christopher Dryer et Leonard M Horowitz. « When do opposites attract ? Interpersonal complementarity versus similarity. » In : *Journal of personality and social psychology* 72.3 (1997), p. 592.

[26] Norah E Dunbar et Judee K Burgoon. « Perceptions of power and interactional dominance in interpersonal relationships ». In : *Journal of Social and Personal Relationships* 22.2 (2005), p. 207–233.

[27] Steve L Ellyson et John F Dovidio. « Power, dominance, and nonverbal behavior : Basic concepts and issues ». In : *Power, dominance, and nonverbal behavior*. Springer, 1985, p. 1–27.

[28] Robert A Emmons et Dan P McAdams. « Personal strivings and motive dispositions : Exploring the links ». In : *Personality and Social Psychology Bulletin* 17.6 (1991), p. 648–654.

[29] Sharon Duke Estroff et Stephen Nowicki Jr. « Interpersonal complementarity, gender of interactants, and performance on puzzle and word tasks ». In : *Personality and Social Psychology Bulletin* 18.3 (1992), p. 351–356.

[30] Caroline Faur. « Approche computationnelle du regulatory focus pour des agents interactifs : un pas vers une personnalité artificielle ». Thèse de doct. Université Paris-Saclay, 2016.

[31] Jacques Ferber. *Les systèmes multi-agents : vers une intelligence collective*. InterEditions, 1997.

[32] Susan T Fiske. « Controlling other people : The impact of power on stereotyping. » In : *American psychologist* 48.6 (1993), p. 621.

[33] John RP French, Bertram Raven et D Cartwright. « The bases of social power ». In : *Classics of organization theory* 7 (1959), p. 311–320.

[34] Asaf Frieder et Gal Miller. « Value model agent : A novel preference profiler for negotiation with agents ». In : *Complex Automated Negotiations : Theories, Models, and Software Competitions*. Springer, 2013, p. 199–203.

[35] Irene Hanson Frieze et Maureen C McHugh. « Power and influence strategies in violent and nonviolent marriages ». In : *Psychology of Women Quarterly* 16.4 (1992), p. 449–465.

[36] Katsuhide Fujita, Takayuki Ito, Tim Baarslag, Koen Hindriks, Catholijn Jonker, Sarit Kraus et Raz Lin. « The second automated negotiating agents competition (ANAC2011) ». In : *Complex Automated Negotiations : Theories, Models, and Software Competitions*. Springer, 2013, p. 183–197.

[37] Adam D Galinsky, Deborah H Gruenfeld et Joe C Magee. « From power to action. » In : *Journal of personality and social psychology* 85.3 (2003), p. 453.

[38] Patrick Gebhard, Tobias Baur, Ionut Damian, Gregor Mehlmann, Johannes Wagner et Elisabeth André. « Exploring interaction strategies for virtual characters to induce stress in simulated job interviews ». In : *Proc. AAMAS 2014*. 2014, p. 661–668.

[39] Ellen Giebels, Carsten KW De Dreu et Evert Van De Vliert. « Interdependence in negotiation : Effects of exit options and social motive on distributive and integrative negotiation ». In : *European Journal of Social Psychology* 30.2 (2000), p. 255–272.

[40] Jonathan Gratch, David DeVault et Gale Lucas. « The benefits of virtual humans for teaching negotiation ». In : *International Conference on Intelligent Virtual Agents*. Springer. 2016, p. 283–294.

[41] Jonathan Gratch, Zahra Nazari et Emmanuel Johnson. « The Misrepresentation Game : How to win at negotiation while seeming like a nice guy ». In : *Proceedings of the 2016 International Conference on Autonomous Agents & Multiagent Systems*. International Foundation for Autonomous Agents et Multiagent Systems. 2016, p. 728–737.

[42] Salvatore Greco, J Figueira et M Ehrgott. *Multiple criteria decision analysis*. Springer, 2016.

[43] Barbara J Grosz et Candace L Sidner. « Attention, intentions, and the structure of discourse ». In : *Computational linguistics* 12.3 (1986), p. 175–204.

[44] Judith A Hall, Erik J Coats et Lavonia Smith LeBeau. « Nonverbal behavior and the vertical dimension of social relations : a meta-analysis. » In : *Psychological bulletin* 131.6 (2005), p. 898.

[45] Maaike Harbers, Karel van den Bosch et John-Jules Meyer. « Modeling agents with a theory of mind ». In : *Proceedings of the 2009 IEEE/WIC/ACM International Joint Conference on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology-Volume 02*. IEEE Computer Society. 2009, p. 217–224.

[46] Maaike Harbers, Karel Van den Bosch et John-Jules Meyer. « Modeling agents with a theory of mind : Theory–theory versus simulation theory ». In : *Web Intelligence and Agent Systems : An International Journal* 10.3 (2012), p. 331–343.

[47] Yugo Hayashi et Koya Ono. « Embodied conversational agents as peer collaborators : Effects of multiplicity and modality ». In : *RO-MAN, 2013 IEEE*. IEEE. 2013, p. 120–125.

[48] Koen V Hindriks et Catholijn M Jonker. « Creating human-machine synergy in negotiation support systems : Towards the pocket negotiator ». In : *Proceedings of the 1st International Working Conference on Human Factors and Computational Models in Negotiation*. ACM. 2008, p. 47–54.

[49] Koen HINDRIKS et Dmytro TYKHONOV. « Opponent modelling in automated multi-issue negotiation using bayesian learning ». In : *Proceedings of the 7th international joint conference on Autonomous agents and multiagent systems-Volume 1*. International Foundation for Autonomous Agents et Multiagent Systems. 2008, p. 331–338.

[50] Ted HUSTON. *Power. Close relationships, ed. by HH Kelley et al., 169-219*. 1983.

[51] Douglas Northrop JACKSON. *Personality research form manual*. research psychologists press, 1974.

[52] Nicholas R JENNINGS. « Controlling cooperative problem solving in industrial multi-agent systems using joint intentions ». In : *Artificial intelligence* 75.2 (1995), p. 195–240.

[53] Jianxin Roger JIAO, Xiao YOU et Arun KUMAR. « An agent-based framework for collaborative negotiation in the global manufacturing supply chain network ». In : *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing* 22.3 (2006), p. 239–255.

[54] Yan JIN et Mathieu GESLIN. « Argumentation-based negotiation for collaborative engineering design ». In : *International Journal of Collaborative Engineering* 1.1-2 (2009), p. 125–151.

[55] Yan JIN et Mathieu GESLIN. « A study of argumentation-based negotiation in collaborative design ». In : *AI EDAM* 24.1 (2010), p. 35–48.

[56] Catholijn M JONKER, Valentin ROBU et Jan TREUR. « An agent architecture for multi-attribute negotiation using incomplete preference information ». In : *Autonomous Agents and Multi-Agent Systems* 15.2 (2007), p. 221–252.

[57] Catholijn M JONKER, Koen V HINDRIKS, Pascal WIGGERS et Joost BROEKENS. « Negotiating agents ». In : *AI Magazine* 33.3 (2012), p. 79.

[58] Shogo KAWAGUCHI, Katsuhide FUJITA et Takayuki ITO. « Compromising strategy based on estimated maximum utility for automated negotiation agents competition (ANAC-10) ». In : *International Conference on Industrial, Engineering and Other Applications of Applied Intelligent Systems*. Springer. 2011, p. 501–510.

[59] Caroline F KEATING. « Human dominance signals : The primate in us ». In : *Power, dominance, and nonverbal behavior*. Springer, 1985, p. 89–108.

[60] Dacher KELTNER. « Signs of appeasement : Evidence for the distinct displays of embarrassment, amusement, and shame. » In : *Journal of personality and social psychology* 68.3 (1995), p. 441.

[61] Patrick KENNY, Thomas D PARSONS, Jonathan GRATCH, Anton LEUSKI et Albert A RIZZO. « Virtual patients for clinical therapist skills training ». In : *International Workshop on Intelligent Virtual Agents*. Springer. 2007, p. 197–210.

[62] Alice Kerly, Richard Ellis et Susan Bull. « CALMsystem : a conversational agent for learner modelling ». In : *Knowledge-Based Systems* 21.3 (2008), p. 238–246.

[63] Alice Kerry, Richard Ellis et Susan Bull. « Conversational agents in E-Learning ». In : *Applications and innovations in intelligent systems XVI*. Springer, 2009, p. 169–182.

[64] Donald J Kiesler. « The 1982 interpersonal circle : A taxonomy for complementarity in human transactions. » In : *Psychological review* 90.3 (1983), p. 185.

[65] Michael Kipp et Patrick Gebhard. « IGaze : Studying reactive gaze behavior in semi-immersive human-avatar interactions ». In : *International Workshop on Intelligent Virtual Agents*. Springer. 2008, p. 191–199.

[66] AJ Kleinheksel. « Virtual Patients in Health Professions Education ». In : *Advancing Medical Education Through Strategic Instructional Design*. IGI Global, 2017, p. 245–261.

[67] Sarit Kraus et Daniel Lehmann. « Designing and building a negotiating automated agent ». In : *Computational Intelligence* 11.1 (1995), p. 132–171.

[68] Guoming Lai, Katia Sycara et Cuihong Li. « A decentralized model for automated multi-attribute negotiations with incomplete information and general utility functions ». In : *Multiagent and Grid Systems* 4.1 (2008), p. 45–65.

[69] Guoming Lai, Cuihong Li, Katia Sycara et Joseph Giampapa. « Literature review on multi-attribute negotiations ». In : *Robotics Inst., Carnegie Mellon Univ., Pittsburgh, PA, Tech. Rep. CMU-RI-TR-04-66* (2004).

[70] Brent Lance et Stacy C Marsella. « Emotionally expressive head and body movement during gaze shifts ». In : *International Workshop on Intelligent Virtual Agents*. Springer. 2007, p. 72–85.

[71] Brent Lance et Stacy C Marsella. « The relation between gaze behavior and the attribution of emotion : An empirical study ». In : *Proc. IVA 2008*. 2008, p. 1–14.

[72] David A Lax et James K Sebenius. *The managerial negotiator : bargaining for cooperation and competitive gain*. 1986.

[73] Timothy Leary. *Interpersonal diagnosis of personality : A functional theory and methodology for personality evaluation*. Wipf et Stock Publishers, 2004.

[74] François Legras. « Coopération d'Agents et Systèmes d'Information Systèmes d'Information Coopératifs ». In : ().

[75] Roy J Lewicki, David M Saunders, John W Minton, J Roy et Negotiation Lewicki. *Essentials of negotiation*. McGraw-Hill/Irwin Boston, MA, 2011.

[76] Hilary M Lips. *Women, men, and power.* Mayfield Publishing Co, 1991.

[77] Jo Liska. « Dominance-seeking strategies in primates : an evolutionary perspective ». In : *Human Evolution* 5.1 (1990), p. 75–90.

[78] Laurent Lucien, Christophe Lang, Nicolas Marilleau et Laurent Philippe. « Multiagent Hybrid Architecture for Collaborative Exchanges between Communicating Vehicles in an Urban Context ». In : *Procedia Computer Science* 83 (2016), p. 695–699.

[79] Joe C Magee, Adam D Galinsky et Deborah H Gruenfeld. « Power, propensity to negotiate, and moving first in competitive interactions ». In : *Personality and Social Psychology Bulletin* 33.2 (2007), p. 200–212.

[80] Marianne Schmid Mast. « Dominance as expressed and inferred through speaking time ». In : *Human Communication Research* 28.3 (2002), p. 420–450.

[81] Celso M de Melo, Peter Carnevale et Jonathan Gratch. « The effect of expression of anger and happiness in computer agents on negotiations with humans ». In : *Proc. AAMAS 2011*. 2011, p. 937–944.

[82] Celso M de Melo, Jonathan Gratch et Peter J Carnevale. « Humans versus Computers : Impact of Emotion Expressions on People's Decision Making ». In : *IEEE Transactions on Affective Computing* 6.2 (2015), p. 127–136.

[83] Frank E Millar et L Edna Rogers. « Relational dimensions of interpersonal dynamics. » In : (1987).

[84] Mara Olekalns et Philip Leigh Smith. « Dyadic power profiles : power-contingent strategies for value creation in negotiation ». In : *Human Communication Research* 39.1 (2013), p. 3–20.

[85] Enrico Oliva, Peter McBurney, Andrea Omicini et Mirko Viroli. « Argumentation and artifacts for negotiation support ». In : (2010).

[86] Alina Pommeranz, Willem-Paul Brinkman, Pascal Wiggers, Joost Broekens et Catholijn M Jonker. « Design guidelines for negotiation support systems : An expert perspective using scenarios ». In : *European Conference on Cognitive Ergonomics : Designing beyond the Product—Understanding Activity and User Experience in Ubiquitous Environments*. VTT Technical Research Centre of Finland. 2009, p. 27.

[87] Brian Ravenet, Magalie Ochs et Catherine Pelachaud. « From a user-created corpus of virtual agent's non-verbal behavior to a computational model of interpersonal attitudes ». In : *International workshop on intelligent virtual agents*. Springer. 2013, p. 263–274.

[88] Charles Rich et Candace L Sidner. « COLLAGEN : When agents collaborate with people ». In : *Proceedings of the first international conference on Autonomous agents*. ACM. 1997, p. 284–291.

[89] Charles Rich et Candace L Sidner. « Robots and avatars as hosts, advisors, companions, and jesters ». In : *AI Magazine* 30.1 (2009), p. 29.

[90] Cecilia L Ridgeway. « Nonverbal behavior, dominance, and the basis of status in task groups ». In : *American Sociological Review* (1987), p. 683–694.

[91] Cecilia L Ridgeway, David Diekema et Cathryn Johnson. « Legitimacy, compliance, and gender in peer groups ». In : *Social Psychology Quarterly* (1995), p. 298–311.

[92] Lazlo Ring, Barbara Barry, Kathleen Totzke et Timothy Bickmore. « Addressing loneliness and isolation in older adults : Proactive affective agents provide better support ». In : *Affective Computing and Intelligent Interaction (ACII), 2013 Humaine Association Conference on*. IEEE. 2013, p. 61–66.

[93] Karen Shanton et Alvin Goldman. « Simulation theory ». In : *Wiley Interdisciplinary Reviews : Cognitive Science* 1.4 (2010), p. 527–538.

[94] Candace L Sidner. « An artificial discourse language for collaborative negotiation ». In : *AAAI*. T. 94. 1994, p. 814–819.

[95] Candace Sidner, Timothy Bickmore, Charles Rich, Barbara Barry, Lazlo Ring, Morteza Behrooz et Mohammad Shaygan-far. « An always-on companion for isolated older adults ». In : *14th Annual SIGdial meeting on discourse and dialogue*. 2013.

[96] Robert D Smither. « Authoritarianism, dominance, and social behavior : A perspective from evolutionary personality psychology ». In : *Human Relations* 46.1 (1993), p. 23–43.

[97] M Soliman et Christian Guetl. « Intelligent pedagogical agents in immersive virtual learning environments : A review ». In : *MIPRO, 2010 proceedings of the 33rd international convention*. IEEE. 2010, p. 827–832.

[98] Carolin Strassmann, Astrid Rosenthal von der Pütten, Ramin Yaghoubzadeh, Raffael Kaminski et Nicole Krämer. « The Effect of an Intelligent Virtual Agent's Nonverbal Behavior with Regard to Dominance and Cooperativity ». In : *Proc. IVA 2016*. 2016, p. 15–28.

[99] Leigh L Thompson, Jiunwen Wang et Brian C Gunia. « Negotiation ». In : *Annual review of psychology* 61 (2010), p. 491–515.

[100] Leigh Thompson. *Mind and heart of the negotiator, the*. Prentice Hall Press, 2000.

[101] Larissa Z Tiedens et Alison R Fragale. « Power moves : complementarity in dominant and submissive nonverbal behavior. » In : *Journal of personality and social psychology* 84.3 (2003), p. 558.

[102] Francesca Toni. « Argumentative agents ». In : *Computer Science and Information Technology (IMCSIT), Proceedings of the 2010 International Multiconference on*. IEEE. 2010, p. 223–229.

[103] David Traum, Stacy C Marsella, Jonathan Gratch, Jina Lee et Arno Hartholt. « Multi-party, multi-issue, multi-strategy negotiation for multi-modal virtual agents ». In : *Proc. IVA 2008*. 2008, p. 117–130.

[104] Paul E Utgoff. « Incremental induction of decision trees ». In : *Machine learning* 4.2 (1989), p. 161–186.

[105] Gerben A Van Kleef, Carsten KW De Dreu, Davide Pietroni et Antony SR Manstead. « Power and emotion in negotiation : Power moderates the interpersonal effects of anger and happiness on concession making ». In : *European Journal of Social Psychology* 36.4 (2006), p. 557–581.

[106] Gerhard Weiss. *Multiagent systems : a modern approach to distributed artificial intelligence*. MIT press, 1999.

[107] Andrew Whiten. *Natural theories of mind*. 1991.

[108] Jerry S Wiggins. « A psychological taxonomy of trait-descriptive terms : The interpersonal domain. » In : *Journal of personality and social psychology* 37.3 (1979), p. 395.

[109] Colin R Williams, Valentin Robu, Enrico H Gerding et Nicholas R Jennings. « Using gaussian processes to optimise concession in complex negotiations against unknown opponents ». In : *IJCAI Proceedings-International Joint Conference on Artificial Intelligence*. T. 22. 1. 2011, p. 432.

[110] Scott S Wiltermuth. *The benefits of dominance complementarity in negotiations*. Stanford University, 2009.

[111] Scott Wiltermuth, Larissa Z Tiedens et Margaret Neale. « The benefits of dominance complementarity in negotiations ». In : *Negotiation and Conflict Management Research* 8.3 (2015), p. 194–209.

[112] Steve Wollkind, John Valasek et Thomas Ioerger. « Automated conflict resolution for air traffic management using cooperative multiagent negotiation ». In : *AIAA Guidance, Navigation, and Control Conference and Exhibit*. 2004, p. 4992.

[113] Atef Ben Youssef, Mathieu Chollet, Hazaël Jones, Nicolas Sabouret, Catherine Pelachaud et Magalie Ochs. « Towards a socially adaptive virtual agent ». In : *International Conference on Intelligent Virtual Agents*. Springer. 2015, p. 3–16.

[114] Kseniya Zablotskaya, Umai Rahim, Jaime Fernández Martín et Wolfgang Minker. « Relating dominance of dialogue participants with their verbal intelligence scores ». In : (2012).

[115] Gilad Zlotkin et Jeffrey S Rosenschein. « Negotiation and Task Sharing Among Autonomous Agents in Cooperative Domains. » In : *IJCAI*. T. 89. 1989, p. 20–25.

ÉCOLE DOCTORALE
Sciences et technologies de l'information et de la communication (STIC)

Titre : Modèle de négociation collaborative basé sur la relation interpersonnelle de dominance

Mots clés : Négociation collaborative;Relation interpersonnelle de dominance;Décision basée sur la dominance;Théorie de l'esprit

Résumé : Les travaux de recherche en informatique affective s'intéressent à comprendre et à améliorer les interactions entre les agents artificiels et les humains. L'une des questions soulevées par ces travaux concerne l'impact des relations interpersonnelles sur les stratégies de communication.
Dans nos travaux, nous nous intéressons au cas des situations collaboratives dans lesquelles les interlocuteurs (agents et humains) partagent des buts communs. Dans ce contexte, les individus sont souvent amenés à négocier pour prendre en compte les préférences de chaque participant et, ainsi, mieux collaborer. L'objectif cette thèse est d'étudier l'impact de la relation interpersonnelle de dominance sur les stratégies de négociation collaborative entre un agent et un humain. Nous avons tout d'abord collecté, annoté et analysé des interactions entre humains afin d'identifier les comportements liés à la dominance. Nous avons étudié les travaux en psychologie sociale autour du concept de dominance. Cela nous a permis d'identifier les différentes dimensions de la dominance et de les relier aux comportements liés à la manifestation de la dominance dans une négociation que nous avions préalablement identifiés. Nous avons alors proposé trois principes de la dominance qui influencent les stratégies de négociation collaborative. Nous avons proposé un modèle informatique de négociation collaborative multicritère basé sur ces trois principes. En fonction de sa position dans le spectre de dominance, l'agent est capable d'exprimer une stratégie de négociation spécifique. Nous avons doté l'agent d'un modèle de théorie de l'esprit qui lui permet de raisonner sur les comportements de son interlocuteur afin de prédire sa position dans le spectre de dominance. L'agent peut alors adapter sa stratégie de négociation de manière à exprimer des comportements de dominance complémentaires, censés (d'après la littérature) améliorer la qualité de la négociation. Nos résultats expérimentaux ont montré que les comportements de dominance exprimés par notre agent sont correctement perçus. Le modèle de la théorie de l'esprit est capable de faire de bonnes prédictions avec seulement une représentation partielle de l'état mental de l'interlocuteur. Enfin, la simulation de la relation interpersonnelle de dominance a un impact positif sur la négociation: les négociateurs atteignent de bons taux de gains communs ; la relation de dominance complémentaire augmente le sentiment d'appréciation entre les négociateurs et la négociation est perçue comme plus agréable.

Title : Computational model of collaborative negotiation based on the interpersonal relation of dominance

Keywords : Collaborative negotiation; Interpersonal relation of Dominance; Decision based on dominance; Theory of mind

Abstract : Research in affective computing is focused on understanding and improving interactions between artificial agents and humans. One of the issues raised by this area concerns the impact of interpersonal relationships on communication strategies. In our work, we are interested in collaborative situations in which the interlocutors (agents and humans) share common goals. In this context, individuals are often lead to negotiate in order to take into account the preferences of each participant and, in this way, to collaborate better. The objective of this thesis is to study the impact of interpersonal dominance relationships on collaborative negotiation strategies between an agent and a human. First, we collected, annotated and analyzed human interactions to identify behaviours related to dominance. We have studied the literature in social psychology around the concept of dominance. This allowed us to identify the different dimensions of dominance and to relate them to the behaviours dominance in negotiation that we had previously identified. We then proposed three principles of dominance that influence collaborative negotiation strategies. We proposed a computer model for multi-criteria collaborative negotiation based on these three principles. Depending on his position in the dominance spectrum, the agent is able to express a specific negotiation strategy. We have provided the agent with a theory of mind model that allows him to reason about the behaviour of his interlocutor in order to predict his position in the dominance spectrum. The agent can then adapt his negotiation strategy to express complementary dominance behaviours that allow (according to the literature) to improve the quality of the negotiation. Our experimental results showed that the dominance behaviours expressed by our agent are correctly perceived. The theory of mind model is able to make good predictions with only a partial representation of the interlocutor's mental state. Finally, the simulation of the interpersonal dominance relationship has a positive impact on negotiation: negotiators achieve good rates of common gains; the complementary dominance relationship increases the sense of appreciation between negotiators and negotiation is perceived as more pleasant.

Université Paris-Saclay
Espace Technologique / Immeuble Discovery
Route de l'Orme aux Merisiers RD 128 / 91190 Saint-Aubin, France