



HAL
open science

Vers des agents conversationnels capables de réguler leurs émotions : un modèle informatique des tendances à l'action

Alya Yacoubi

► **To cite this version:**

Alya Yacoubi. Vers des agents conversationnels capables de réguler leurs émotions : un modèle informatique des tendances à l'action. Intelligence artificielle [cs.AI]. Université Paris Saclay (COMUE), 2019. Français. NNT : 2019SACLS378 . tel-02444136

HAL Id: tel-02444136

<https://theses.hal.science/tel-02444136>

Submitted on 17 Jan 2020

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.

Vers des agents conversationnels capables de réguler leurs émotions : un modèle informatique des tendances à l'action

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

École doctorale n°580 : Sciences et Technologies de l'information et
de la communication (STIC)
Spécialité de doctorat: Informatique

Thèse présentée et soutenue à Orsay, le 14/11/2019, par

Alya Yacoubi

Composition du Jury :

Sophie Rosset Directrice de recherche, LIMSI CNRS	Président
Magalie Ochs Maître de conférences, LIS, Aix-Marseille	Rapporteur
Sylvie Pesty Professeure, LIG, Université de Grenoble	Rapporteur
Emiliano Lorini Chargé de recherche, IRIT, Université Paul Sabatier	Examineur
Nicolas Sabouret Professeur, LIMSI CNRS, Université Paris-Sud	Directeur de thèse
Didier Bultiauw Directeur R&D, DAVI les humaniseurs	Invité
Pascal Arbault Dirigeant, DAVI les humaniseurs	Invité

Remerciements

Tout d'abord, je tiens à remercier mon directeur de thèse Nicolas Sabouret pour ses encouragements et sa confiance durant les trois années de thèse. Merci d'avoir toujours été à l'écoute et d'avoir montré beaucoup d'enthousiasme envers mon travail. Sans ça, je n'aurais pas pu arriver au bout.

Je remercie aussi mes deux rapporteuses de thèse : Magalie Ochs et Sylvie Pesty pour leurs rapports de thèse très positifs et encourageants et leurs remarques et questions pertinentes. Je remercie également les examinateurs Sophie Rosset et Emiliano Lorini d'avoir accepté d'être parmi mon jury de thèse et de l'intérêt qu'ils portent à mon travail. Aussi, je remercie infiniment Pascal Arbault et Didier Bultiauw d'avoir accepté mon invitation à la soutenance de thèse comme étant des membres invités. Je les remercie également pour leur soutien et leur confiance pendant les trois années de la thèse. Merci à Didier pour son encadrement sur la phase technique et pour tout ce j'ai pu apprendre de lui, aussi bien techniquement mais aussi humainement. Mes remerciements s'étendent à toute l'équipe DAVI sans exception : Yannick, Christophe, Laurene, Maud, Raphael et tous les autres. Merci pour cette expérience unique et enrichissante.

Merci également aux volontaires au LIMSI qui m'ont aidé à mener les différentes expérimentations, les pré-tests et les différentes procédures d'expérimentation : Céline, Elise, Brian, etc.

Mon passage au LIMSI est marqué par plein de rencontres exceptionnelles. Je remercie les ex-doctorants et ex-post-doctorants qui m'ont directement ou indirectement inspirée et aidée pendant ces trois années : Guillaume, Caroline, Lydou, Renaud, Tom, Mathieu, etc. Merci aux doctorants actuels : David, Léo, Del, Morghane, David Rei, Jérémy, Amine et tous les autres, et aussi Sylvain Caillou ! Merci pour tous ces "hot topics" autour des cafés à midi, merci pour vos blagues, vos anecdotes et vos débats interminables sur le fameux canapé.

D'un point de vue personnel, je n'aurais jamais pu accomplir ce travail sans

le soutien inconditionnel de mes parents, sans les blagues, les encouragements et la bonne humeur permanente de ma grande soeur Rania, sans tout l'amour et la bienveillance que m'envoie quotidiennement ma petite soeur Nadia. Merci à toute ma famille en Tunisie.

Enfin, je remercie infiniment Yan. Merci de m'avoir supportée de toutes les façons et dans tous les moments. Merci d'avoir écouté mes plaintes, supporté mes sautes d'humeur, etc. La mauvaise nouvelle c'est que ce n'est pas qu'à cause de la thèse, ça vient aussi beaucoup de moi!

Table des matières

I	Introduction	1
I.1	Contexte scientifique	2
I.2	Contexte applicatif	3
I.3	Objectifs	5
I.4	Organisation du manuscrit	6
II	État de l’art	9
II.1	Les mécanismes émotionnels en psychologie	10
II.1.1	La génération des émotions en psychologie	11
II.1.2	La régulation des émotions en psychologie	22
II.1.3	Émotions et interactions sociales chez l’humain	25
II.1.4	Conclusion sur les travaux présentés en psychologie	27
II.2	La modélisation informatique des mécanismes émotionnels	28
II.2.1	La modélisation formelle des émotions dans la littérature	29
II.2.2	Les modèles affectifs à base de règles	38
II.2.3	Évaluation des mécanismes émotionnels chez les agents conversationnels	43
II.2.4	Conclusion sur les modèles informatiques des émotions	46
II.3	Positionnement	47
III	TEATIME : Modèle affectif de tendances à l’action	49
III.1	Vue d’ensemble sur le modèle	50
III.2	La syntaxe	51
III.3	Les règles d’évaluation cognitive	54
III.3.1	Désirabilité et motivation	55
III.3.2	Contrôlabilité	56
III.3.3	Certitude	57
III.3.4	Nature du problème	57
III.3.5	Les règles de génération de la tendance à l’action	57

III.4	Modèle de régulation	58
III.4.1	Les stratégies de régulation émotionnelle dans le modèle	60
III.4.2	La réévaluation cognitive :	61
III.4.3	Régulation de la cause :	63
III.4.4	La suppression de la réponse	63
III.4.5	Le choix de la stratégie de régulation émotionnelle	63
III.5	Discussion	66
III.6	Implémentation du modèle dans l'architecture RETORIK	71
III.6.1	Introduction à l'architecture RETORIK	71
III.6.2	Intégration du modèle TEATIME dans RETORIK	76
III.6.3	Limites de l'implémentation RETORIK-TEATIME	79
III.7	Conclusion	80
IV	Évaluation de l'expression verbale des tendances à l'action	81
IV.1	Objectifs	83
IV.2	Expression verbale des émotions dans la littérature	84
IV.2.1	Champ lexical	84
IV.2.2	Longueur des énoncés	84
IV.3	Méthodologie	85
IV.3.1	Construction du corpus	85
IV.3.2	Choix des situations	87
IV.4	Étude en langue française	88
IV.4.1	Protocole expérimental	88
IV.4.2	Hypothèses générales	92
IV.4.3	Analyse des résultats	94
IV.4.4	Discussion	96
IV.5	Étude en langue anglaise	98
IV.5.1	Hypothèses	99
IV.5.2	Protocole expérimental	99
IV.5.3	Analyse des résultats	101
IV.6	Conclusion et perspectives	102

V	Mesure de l'impact des stratégies de régulation émotionnelle sur la perception de l'agent	103
V.1	Objectifs	105
V.2	Méthodologie	106
V.2.1	Les conditions	107
V.2.2	Les scénarios	107
V.3	Hypothèses générales	108
V.3.1	Hypothèses indépendantes du scénario	108
V.3.2	Hypothèses inter-scénario	109
V.3.3	Hypothèses exploratoires	110
V.4	Protocole expérimental	111
V.4.1	Questionnaire	111
V.4.2	Participants	112
V.5	Analyse des résultats	112
V.5.1	Analyse descriptive	112
V.5.2	Analyse inférentielle	118
V.6	Discussion	119
V.6.1	Hypothèses indépendantes du scénario	123
V.6.2	Hypothèses inter-scénarios	124
V.6.3	Hypothèses exploratoires	125
V.7	Conclusion	126
VI	Mesure de l'impact de la régulation émotionnelle chez un agent conversationnel	129
VI.1	Objectifs	131
VI.1.1	L'impact d'un mécanisme émotionnel sans régulation	131
VI.1.2	Le rôle du contexte	132
VI.2	Méthodologie et développement des outils	132
VI.2.1	Scénarios	133
VI.2.2	Collecte de données sémantiques	137
VI.2.3	L'agent ALICE	138
VI.3	Hypothèses générales	139

VI.4 Protocole expérimental	140
VI.4.1 Questionnaire	140
VI.4.2 Participants	141
VI.4.3 Protocole	142
VI.5 Analyse des résultats	142
VI.5.1 Analyse statistique descriptive	142
VI.5.2 Analyse statistique inférentielle	143
VI.6 Discussion	149
VI.6.1 H1a : Crédibilité de l'agent	149
VI.6.2 H1b : Cohérence de l'agent par rapport au contexte	151
VI.6.3 H2 : Impact sur l'interaction	151
VI.6.4 H3 : Indépendance par rapport à la nature des émotions	152
VI.6.5 Autres comparaisons et analyses	153
VI.6.6 Limites de l'étude expérimentale	153
VI.7 Conclusion	153
VII Conclusions et perspectives	155
VII.1 Conclusions	156
VII.1.1 Première contribution : Le modèle TEATIME	157
VII.1.2 Deuxième contribution : Expression verbale des tendances à l'action	158
VII.1.3 Troisième contribution : Validation de l'impact des stratégies de régulation émotionnelle	159
VII.1.4 Quatrième contribution : Validation de l'impact de la prise en considération de la régulation chez un agent conversationnel	159
VII.2 Perspectives	160
VII.2.1 Perspectives à court-terme	160
VII.2.2 Réflexions et perspectives à long-terme	162
Bibliographie	165
A Annexe : Matériel expérimental	181
A.1 Évaluation des actes locutoires exprimant des tendances à l'action	181

A.2	Mesure de l'impact des stratégies de régulation émotionnelle sur la perception de l'agent	201
A.2.1	Consentement	201
A.2.2	Questionnaire	202
A.3	Étude interactive avec un candidat virtuel	203
A.3.1	Consentement	203
A.3.2	Questionnaire	204

Table des figures

I.1	Exemple d'agents conversationnels développés par l'entreprise DAVI	4
II.1	Le déroulement d'une émotion selon les théories de l'évaluation [Moors [2009]]. Les flèches rouges indiquent la réflexion fragmentaire dans la conscience; les flèches noires font référence aux relations de causalité parmi les autres composants. [Bossuyt [2012]]	13
II.2	Tableau récapitulatif du processus émotionnel chez Roseman [2011]	19
II.3	Schéma des différentes stratégies de régulation émotionnelle Gross and John [2003]	23
II.4	Vue d'ensemble des modèles informatiques des émotions avec leurs théories respectives Marsella et al. [2010]	37
II.5	Le calcul des émotions dans le modèle EMA Gratch and Marsella [2004a]	39
II.6	Les différents labels d'humeur dans l'espace PAD	41
III.1	Architecture globale du modèle TEATIME	52
III.2	L'algorithme de choix de stratégie de régulation émotionnelle dans le cas d'un stimulus indésirable	67
III.3	L'algorithme de choix de stratégie de régulation émotionnelle dans le cas d'un stimulus désirable	68
III.4	Architecture complète du modèle TEATIME	69
III.5	Architecture globale du système RETORIK-TEATIME	73
III.6	Intégration technique du modèle TEATIME dans l'architecture RETORIK	76
IV.1	Une question extraite du questionnaire d'évaluation de choix d'actes locutoires	91
IV.2	Un extrait d'un questionnaire d'évaluation de choix d'actes locutoires en langue anglaise	100
V.1	Le dialogue du scénario 1 généré entre un utilisateur et l'agent "Reappraiser"	113

V.2	Le dialogue du scénario 2 généré entre un utilisateur et l'agent "Reappraiser"	114
V.3	Résultats obtenus pour les agents <i>Suppressor</i> et <i>Reappraiser</i> tous scénarios confondus	115
V.4	Résultats obtenus pour les deux agents <i>Reappraisers</i> pour les deux scénarios	120
V.5	Résultats obtenus pour les deux agents <i>Reappraisers</i> pour les deux scénarios	121
V.6	Résultats obtenus pour les deux agents <i>Reappraisers</i> pour les deux scénarios	122
VI.1	Interface principale de l'expérimentation : scénario 1	135
VI.2	Interface principale de l'expérimentation : scénario 2	136
VI.3	Interface principale de l'expérimentation : scénario 3	137
VI.4	Interface interactive avec l'agent virtuel ALICE, candidate virtuelle à l'entretien d'embauche	139
VI.5	Schéma décrivant la connexion entre les interfaces développées pour l'expérimentation	140
VI.6	Résultats obtenus pour les trois agents pour chaque scénario	148
A.1	Questionnaire de consentement pour l'étude perceptive en ligne	201
A.2	Questionnaire de l'étude perceptive en ligne	202
A.3	Questionnaire de consentement pour l'étude interactive en ligne	203
A.4	Questionnaire de l'étude interactive en ligne	204

Liste des tableaux

II.1	Les variables d'évaluation cognitive fréquemment utilisées, leurs descriptions et leurs présences dans les théories cognitives	17
II.3	Tableau synthétisant les tendances à l'actions dans la littérature regroupées par label émotionnel et théorie Bossuyt [2012]	21
III.2	Tableau récapitulatif des combinaisons de valeurs de variables d'évaluation cognitive, la stratégie émotionnelle résultante et le label émotionnel correspondant	59
IV.1	Les tendances à l'action regroupées par stratégies émotionnelles et causes et leurs actes locutoires correspondants	90
IV.2	La vérification des hypothèses pour toutes les tendances à l'action	95
IV.3	Actes locutoires retenus après expérimentation.	98
IV.4	Tableau récapitulatif des résultats obtenus pour le deux hypothèses	101
V.1	Statistiques descriptives des réponses collectées par scénario	116
V.2	Statistiques descriptives des réponses collectées par scénario pour les hypothèses H1	117
V.3	Statistiques descriptives des réponses collectées par scénario pour les hypothèses H2	117
V.4	Statistiques descriptives des réponses collectées par scénario pour les hypothèses H3	117
VI.1	Statistiques descriptives des réponses collectées tous scénarios confondus	144
VI.2	Statistiques descriptives des réponses collectées par scénario	145
VI.3	Perception de l'agent : Statistiques inférentielles des réponses collectées par scénario ; les comparaisons sont faites avec l'agent ENR	146
VI.4	Perception de l'interaction : Statistiques inférentielles des réponses collectées par scénario ; les comparaisons sont faites avec l'agent ENR	146

Introduction

Sommaire

I.1	Contexte scientifique	2
I.2	Contexte applicatif	3
I.3	Objectifs	5
I.4	Organisation du manuscrit	6

De notre temps, des tâches diverses sont déléguées aux agents conversationnels : relation client, SAV, domotique, assistance médicale, etc. Dans le secteur industriel, ces agents sont souvent déployés en tant que solutions interactives orientées "conseil". Leur rôle est non seulement de répondre aux requêtes simples de l'utilisateur mais aussi de l'assister et l'accompagner dans des contextes émotionnels inconfortables (plaintes, urgences, etc).

Néanmoins, la majorité de ces agents entretiennent des interactions émotionnellement neutres avec les utilisateurs, ce qui handicaperait la création d'un lien social. La prise en compte du contexte social et l'adaptation de la réponse en conséquence deviennent alors un élément essentiel et indispensable pour améliorer la perception de l'agent et ainsi l'interaction.

Nous proposons un travail de recherche théorique et de conception autour des agents conversationnels dotés d'un mécanisme affectif. Cette proposition prend la forme d'un modèle basé sur la dynamique des émotions humaines, implémenté dans une architecture d'agent et évalué quant à son impact sur les interactions humain-agent. Ces travaux, par leur pluridisciplinarité, illustrent le lien théorique et méthodologique entre informatique et psychologie.

I.1 Contexte scientifique

La prise en compte des émotions dans des systèmes informatiques s'inscrit dans le domaine de recherche de **l'informatique affective** qui recouvre plusieurs applications : reconnaissance des émotions humaines, interprétation des réactions émotionnelles des humains, traitement et simulation des affects humains [Tao and Tan [2005]]. Ce champ de recherche présente de nombreux enjeux particulièrement dans le cadre des interactions humain-machine. En effet, en s'appuyant sur le rôle primordial des émotions dans les interactions humaines longtemps mis en avant dans la psychologie sociale, de nombreux chercheurs en informatique se sont intéressés aux émotions comme moyen d'améliorer l'interaction avec les machines. Cet intérêt s'illustre par deux approches : le traitement des émotions des utilisateurs par des systèmes informatiques et la conception de machines "affectives" qui reproduisent certains comportements affectifs humain. C'est à ce deuxième axe de la recherche

que se rattachent nos travaux.

Les émotions humaines sont une notion complexe rattachée à plusieurs mécanismes internes qui impliquent une prise en compte de l'environnement externe. Modéliser une telle notion dans des dispositifs informatiques interactifs nécessite l'identification des composants affectifs qui transparaissent au cours des interactions. En se penchant sur ce sujet, plusieurs questions émergent :

- *Comment les émotions sont déclenchées pendant une interaction ?*
- *Quel est le lien entre les émotions déclenchées et les actions entreprises au cours d'une interaction ?*
- *Quel est le rôle joué par le contexte social de l'interaction sur l'expression des émotions ?*

Ces travaux de thèse se situent donc au croisement de deux disciplines : l'informatique et la psychologie. Ils prennent leurs origines dans les fondements théoriques de la psychologie des émotions pour répondre à des besoins liés à l'interaction humain-machine.

I.2 Contexte applicatif

D'un point de vue applicatif, l'étude de l'émotion dans des systèmes informatiques interactifs présente des enjeux particulièrement intéressants dans l'industrie où la relation client est de plus en plus numérisée. En effet, il existe aujourd'hui de nouveaux canaux permettant aux entreprises de créer un lien permanent avec leur clients moyennant des systèmes interactifs "intelligents". Ces systèmes prennent souvent la forme d'un agent virtuel capable de comprendre les questions des utilisateurs et d'y répondre instantanément en utilisant le langage naturel. Ces agents ont parfois une apparence "humaine" leur permettant de reproduire des gestes et expressions faciales semblables à ceux des humains. Ils peuvent être déployés sur différents supports numériques (site web, applications web ou mobiles, borne tactile, etc) et accomplir plusieurs fonctions (assistance technique, assistance de navigation sur le site, avant-vente, après-vente, etc).

Cette thèse a été portée en collaboration entre le laboratoire LIMSI et l'entreprise DAVI qui développe des agents conversationnels experts sur un domaine précis. Ces

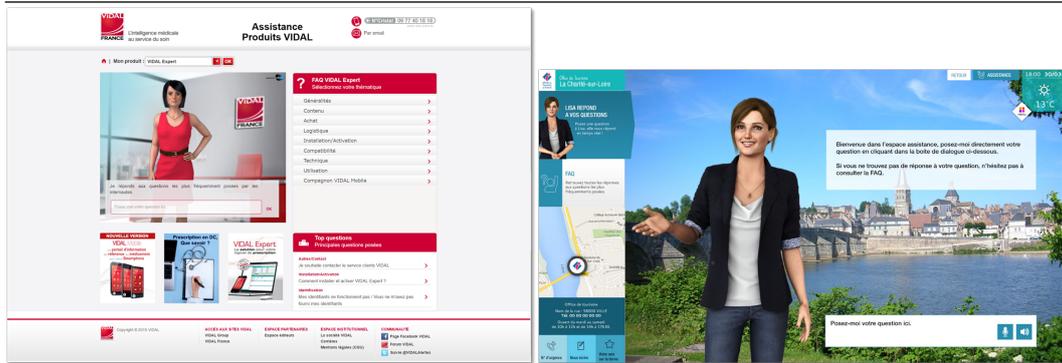


FIGURE I.1 – Exemple d’agents conversationnels développés par l’entreprise DAVI

agents reposent sur un système de question-réponse leur permettant de comprendre et répondre aux différentes requêtes des utilisateurs. Ces agents (voir I.1), appelés collaborateurs dans le jargon de l’entreprise, sont experts dans un domaine précis : un agent conversationnel incarné qui répond aux questions concernant l’utilisation du dictionnaire VIDAL, un guide touristique virtuel expert en région Bourgogne-Franche-Comté et déployé sur une borne interactive dans les offices de tourisme, ou encore un assistant technique virtuel mis à disposition sur une ligne téléphonique pour des vendeurs en boutique se retrouvant face à une panne technique (paiement, impression, etc). Bien que ces agents ont des fonctions et des modalités différentes (incarnation, modalité verbale uniquement, messagerie instantanée, etc), ils partagent la même mission : répondre aux requêtes de l’utilisateur. D’où l’appellation des dialogues **orientés-tâche**.

Ces agents conversationnels contribuent à humaniser la relation client et à favoriser la création d’un lien social entre l’entreprise et le consommateur [Notebaert [2005]]. Ce sentiment transparaît dans les réactions des utilisateurs envers ces agents : les règles de politesse employées, les stéréotypes liés au genre ou à la personnalité et les questions personnelles, etc. Ainsi, les utilisateurs attribuent des caractéristiques humaines aux agents conversationnels et appliquent les mêmes règles sociales et les mêmes attentes lorsqu’ils interagissent avec ceux-ci [Viot and Bressolles [2012]].

Afin de renforcer ce lien social entre l’agent et l’utilisateur, l’idée de munir les

agents conversationnels de mécanismes affectifs semble attirer aussi bien les chercheurs que les industriels. En effet, si les émotions ont été identifiées comme un axe principal dans la mesure de compétences sociales chez l'humain, il convient d'en dire autant sur les agents virtuels affectifs. Dans ce cadre, nous nous posons les questions suivantes :

- *Quels sont les apports de l'affect sur la perception des agents émotionnels dans une interaction orientée-tâche ?*
- *Comment peut-on établir un protocole permettant de mesurer ces apports d'une manière précise ?*

I.3 Objectifs

L'articulation de nos questionnements théoriques sur les émotions avec nos enjeux applicatifs d'améliorer la relation-client constituent le noyau de nos travaux de recherche. La rencontre des deux contextes nous a conduit à établir une problématique de recherche commune :

Concevoir et modéliser les mécanismes émotionnels de **génération** et de **régulation des émotions** chez un **agent conversationnel** dans un **contexte d'interaction orientée-tâche** avec un utilisateur humain.

Il en découle les objectifs suivants :

- Identifier les différents composants émotionnels à prendre en compte chez un agent conversationnel en parcourant les travaux de recherche en psychologie des émotions et en informatique affective.
- Fournir une approche computationnelle de l'affect pour un agent conversationnel qui soit générique, indépendante du sujet abordé au cours de l'interaction et qui s'affranchit de l'outil technologique utilisé.
- Étudier l'expression des réponses émotionnelles dans une interaction orientée-tâche
- Mesurer l'impact recherché des différents mécanismes émotionnels modélisés sur la perception de l'agent et de l'interaction

I.4 Organisation du manuscrit

Ce manuscrit est organisé en six chapitres. Le présent chapitre est à considérer comme étant une introduction globale et une mise en contexte de nos travaux.

Dans le chapitre II nous présentons un état de l'art des travaux connexes. La première partie de l'état de l'art est consacrée aux théories psychologiques de l'affect. Nous détaillons les courants de pensée majeurs concernant la génération des émotions et les différentes théories de la régulation émotionnelle. Ensuite, nous expliquons l'impact des émotions dans les interactions sociales et sur la perception de l'individu plus globalement. La deuxième partie de l'état de l'art est dédiée à la modélisation informatique des émotions. Nous détaillons deux méthodes largement utilisées pour traduire les théories en psychologie en un modèle informatique implémentable dans une architecture d'agent. Nous mettons en relief également les travaux visant à évaluer l'apport de ces modèles sur la crédibilité perçue des agents et l'amélioration de l'interaction. Nous présentons une définition de ces notions d'évaluation ainsi que les méthodes utilisées pour parvenir à cette évaluation. À la fin de ce chapitre, nous nous positionnons quant aux théories discutées et aux divers travaux présentés.

Le chapitre III est consacré à notre proposition de modèle affectif pour des agents conversationnels. Nous développons la description formelle du mécanisme des tendances à l'action ainsi que le module de régulation émotionnelle. Quant à la deuxième partie, elle est dédiée à l'implémentation technique du modèle. Nous passons d'un modèle générique à une mise en oeuvre informatique dans un système incluant un moteur de dialogue, un moteur d'animation et une interface utilisateur.

Cette implémentation nous a été utile pour conduire différentes études expérimentales auprès d'utilisateurs humains. Nous avons établi une méthodologie expérimentale échelonnée en suivant des étapes de validation des différents composants du modèle. Le chapitre IV illustre la première étape qui consiste en la validation d'expression verbale des tendances à l'action. En effet, bien que la théorie des tendances à l'action soit ancienne (1986), il n'y a pas, à notre connaissance, des travaux dans la littérature sur la manière dont les tendances à l'action sont exprimées verbalement. Cette étude vise à valider des expressions verbales en langue française ainsi qu'anglaise.

Le chapitre **V** présente une étude perceptive où l'agent est en interaction verbale en utilisant différentes stratégies de régulation émotionnelle. À travers cette expérimentation, nous souhaitons vérifier l'impact de chacune des stratégies de régulation chez la perception de l'agent en nous appuyant sur des résultats obtenus en psychologie.

Dans le chapitre **VI**, nous présentons une étude expérimentale interactive que nous avons menée auprès de 62 participants. Notre but étant de mettre en évidence l'importance de la régulation émotionnelle dans l'amélioration de l'image de l'agent ainsi que l'interaction, nous avons mis à disposition trois versions d'un agent conversationnel, ayant chacune un mécanisme émotionnel différent. Nous avons comparé les résultats moyennant des outils de calcul statistique. Les résultats mettent en évidence l'impact important de la prise en considération de la régulation émotionnelle sociale dans le processus affectif chez les agents.

Cette thèse s'achève sur une conclusion présentant une vue globale de notre démarche scientifique ainsi que les contributions de nos travaux dans le domaine de l'informatique affective et l'interaction humain-agent. Nous détaillons également les perspectives nouvelles que soulèvent ce travail.

CHAPITRE II

État de l'art

Sommaire

II.1 Les mécanismes émotionnels en psychologie	10
II.1.1 La génération des émotions en psychologie	11
II.1.2 La régulation des émotions en psychologie	22
II.1.3 Émotions et interactions sociales chez l'humain	25
II.1.4 Conclusion sur les travaux présentés en psychologie	27
II.2 La modélisation informatique des mécanismes émotion-	
 nels	28
II.2.1 La modélisation formelle des émotions dans la littérature .	29
II.2.2 Les modèles affectifs à base de règles	38
II.2.3 Évaluation des mécanismes émotionnels chez les agents	
conversationnels	43
II.2.4 Conclusion sur les modèles informatiques des émotions . .	46
II.3 Positionnement	47

Comme nous l'avons présenté dans le chapitre précédent, notre objectif global est de proposer un modèle d'agent conversationnel orienté-tâche doté de compétences sociales permettant d'impacter positivement l'interaction avec l'utilisateur. Nous nous intéressons donc à l'amélioration de l'expérience utilisateur à partir de la perception de l'agent et de l'interaction. Une piste largement privilégiée pour atteindre ce but est l'ajout de l'affect dans l'interaction.

Dans ce chapitre, nous présentons, tout d'abord, les modèles psychologiques qui constituent les fondements théoriques de nos travaux de thèse. Nous nous intéressons plus particulièrement aux mécanismes de génération et de contrôle d'émotions et leur rôle social chez l'humain.

La deuxième partie du chapitre est consacrée à la description des travaux en informatique ayant traduit un ou plusieurs mécanismes affectifs en un modèle informatique destiné à des systèmes informatiques. Ces modèles sont mis en regard avec les théories psychologiques correspondantes ainsi que la méthode utilisée pour décrire et évaluer les différents composants.

Enfin, nous présentons notre positionnement scientifique à la fois psychologique, méthodologique et expérimental.

II.1 Les mécanismes émotionnels en psychologie

La notion d'émotion a toujours été au centre de nombreux travaux en psychologie humaine dans le but de lui attribuer une définition claire et unique. Bien que certains de ces travaux ont réussi à lever le voile sur quelques processus impliqués dans l'affect, ces tentatives n'ont pas fourni une définition unique au terme "émotion" mais plutôt un large panel de définitions. Il existerait autant de définitions de la notion d'émotion que d'angles possibles sous lesquels les émotions pourraient être abordées. En effet, certains théoriciens se sont intéressés à l'origine historique des émotions [Traïni [2011]], d'autres cherchent une définition des émotions d'un point de vue anatomique en explorant le fonctionnement du corps humain lors de déclenchement de réponses émotionnelles [Papez [1937]]. D'autres encore s'intéressent à énumérer et catégoriser les différentes émotions [Ekman and Friesen [1971]].

Dans nos travaux, nous cherchons à comprendre les mécanismes émotionnels et

leur impact sur la relation lors d'une interaction dialogique afin de les modéliser chez un agent virtuel. Nous nous limitons donc aux travaux qui se sont intéressés à ces deux questions :

- *Comment sont générées les émotions, plus particulièrement au cours d'une interaction ?*
- *Comment gère-t-on l'expression de nos émotions dans un contexte social ?*

En nous penchant sur ces questions dans la littérature, nous avons identifié les deux mécanismes impliqués : la génération et la régulation des émotions. D'après [Frijda \[1986\]](#), ce sont des mécanismes complémentaires et nécessaires aussi bien d'un point de vue individuel que social.

Dans cette première section de l'état de l'art, nous nous intéressons de plus près aux principales théories de chacun de ces deux mécanismes : nous énumérons les principaux courants de recherche sur les sources des émotions ainsi que les grandes théories de la régulation émotionnelle. Ces deux composants indissociables seront mis en regard avec leur rôle dans les interactions sociales.

II.1.1 La génération des émotions en psychologie

Dans sa revue de littérature, [Strongman \[1996\]](#) compte au moins 150 théories d'émotion qui ont été proposées au cours de l'histoire. Cependant, seules quelques-unes ont été développées et soutenues dans la littérature. Ici, nous allons présenter les trois courants majeurs des travaux de recherche sur l'origine des émotions : l'approche évolutionniste, l'approche physiologique et l'approche cognitive.

Les théories évolutionnistes [[Darwin \[1872\]](#)] postulent que les émotions ont été héritées au cours de l'évolution et sont génétiquement prédéfinies sans intervention cognitive. Ces théories mettent en relief l'aspect instinctif des émotions. Elles considèrent que les réactions induites par le déclenchement des émotions jouent un rôle prédominant dans la survie de l'espèce. Le dégoût, par exemple, a comme fonction de nous empêcher d'ingérer de la nourriture dangereuse et de la rejeter, la peur a pour rôle de nous inciter à prendre la fuite [[McDougall \[1908\]](#)].

Pour ce qui est des théories physiologiques [[James \[1884\]](#), [Lange \[1885\]](#)], elles soutiennent également l'idée darwinienne que les émotions aient une fonction adap-

tative mais les définissent plutôt comme des manifestations physiologiques. Cette approche suppose que les stimuli provoquent une activation physiologique qui génère des émotions, sans intervention cognitive. La combinaison des différents signaux physiologiques nous indiquent le type d'émotion déclenchée. Dans le cas de la peur par exemple, il est fréquent de ressentir des changements physiologiques nous incitant à prendre la fuite (battement accéléré du coeur, tension musculaire, etc).

Ces théories représentent les prémisses des recherches sur l'origine des émotions qui influenceront de façon déterminante les travaux suivants. Malgré leurs divergences, ces deux approches se rejoignent pour souligner un lien entre les émotions et les états de préparation à effectuer une action (prendre la fuite, éviter de la nourriture dangereuse, etc.). Ce lien se traduirait par l'instinct de survie chez les évolutionnistes et par les changements physiologiques dans la deuxième approche. Il sera appelé plus tard dans les théories contemporaines le composant **motivationnel**.

Les théories cognitives, quant à elles, ont vu le jour dans le début des années soixante avec les travaux de [Arnold \[1960\]](#) et [Lazarus \[1966\]](#). Elles supposent que le processus cognitif est indispensable pour le déclenchement de l'émotion. Elles soulignent le fait que la cognition est primordiale pour déterminer quelle émotion l'individu éprouve dans une situation donnée. Cette approche a été considérée comme la plus dominante des théories sur les émotions car elle a l'avantage de pouvoir être intégrée aux autres théories [[Nugier \[2009\]](#)]. En effet, les travaux de recherche contemporains sur l'émotion [[Scherer \[2005\]](#), [Lazarus \[1991\]](#), [Moors \[2009\]](#)] sont fondés sur les différentes théories historiques en ajoutant l'aspect cognitif, ce qui fait de l'émotion un phénomène complexe composé de :

- Le composant cognitif qui définit le lien entre le stimulus et l'individu
- Le composant motivationnel : les tendances à l'action, comme la tendance à attaquer, éviter, s'enfuir.
- Le composant physiologique : comme la fréquence cardiaque, le flux sanguin.
- le composant comportemental : réactions expressives, comme le sourire, le froncement de sourcil, l'intonation de la voix, la posture, etc.

Dans la figure II.1, [Moors \[2009\]](#) a représenté ce processus de génération d'émotions complexe par des liens de causalité chronologique. Le stimulus est cognitivement évalué, ce qui engendrait une tendance à effectuer une action. Ensuite des manifesta-

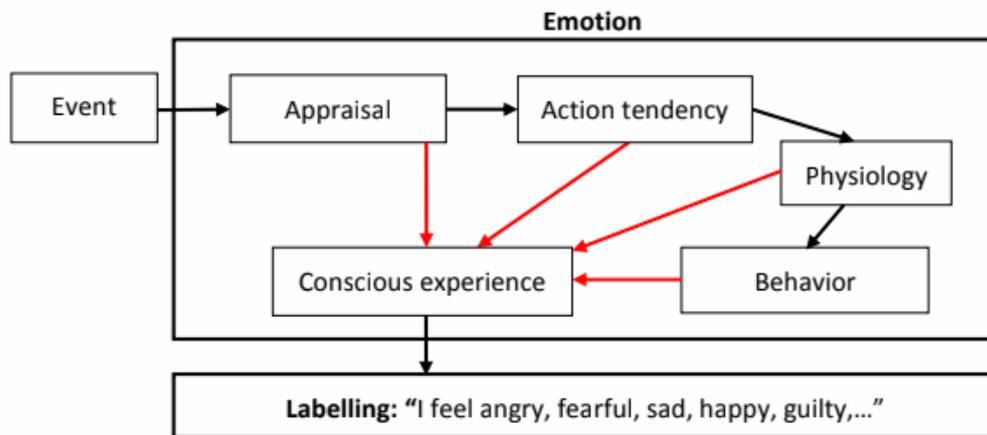


FIGURE II.1 – Le déroulement d’une émotion selon les théories de l’évaluation [Moors [2009]]. Les flèches rouges indiquent la réflexion fragmentaire dans la conscience ; les flèches noires font référence aux relations de causalité parmi les autres composants. [Bossuyt [2012]]

tions physiologiques peuvent apparaître suivies d’une expression comportementale. Il a également affirmé que la prise de conscience de l’individu par rapport à ce processus est aléatoire : l’individu pourrait expérimenter son émotion et lui attribuer un label au moment des différentes étapes : l’évaluation cognitive, tendances à l’action, manifestations physiologiques, voire même après avoir l’avoir exprimée. Cette approche expliquerait notre comportement parfois "impulsif" et "irréfléchi" face à un stimulus déclenchant la colère, par exemple.

Dans la plupart des travaux en informatique affective, le processus émotionnel est généralement réduit à deux composants : l’évaluation cognitive et le comportement. Ainsi, malgré l’idée séculaire selon laquelle la motivation et l’émotion sont étroitement liées, on en sait peu sur les processus impliqués dans l’élicitation des composants motivationnels (ou tendance à l’action) qui sous-tendent nos émotions. C’est probablement la raison pour laquelle ils ne sont généralement pas pris en compte dans les modèles informatiques. Notre objectif est d’étudier ces processus en identifiant la nature du lien entre l’évaluation cognitive et le composant motivationnel ou

tendance à l'action.

II.1.1.1 L'évaluation cognitive

Selon les théoriciens cognitivistes, l'émotion résulte d'une évaluation personnelle de l'environnement par la personne. L'évaluation est dite personnelle car elle dépend de la manière dont l'individu perçoit son environnement. En effet, une même situation pourrait engendrer deux émotions différentes chez deux personnes distinctes en prenant en considération certains aspects : ses croyances, ses désirs et intentions. Ces aspects sont définis par Lazarus and Smith [1988] comme étant des aspects de la **connaissance générale** que l'individu développe intuitivement à propos de lui-même et à propos de l'environnement. Smith and Lazarus [1993] affirment que cette connaissance est nécessaire mais pas suffisante à la génération des émotions. Une évaluation de la pertinence des événements est requise pour qu'une émotion soit générée : *en quoi cela m'est bénéfique / nocif ? Quel impact aura cet événement sur mon bien-être ?* Ce processus, précédant la réponse émotionnelle, est connu sous le nom de l'évaluation cognitive (en anglais « *appraisal* »). Ainsi, une émotion positive reflète une évaluation d'un bénéfice. L'évaluation cognitive décrit la manière dont l'individu interprète les changements dans son environnement. Cette description se traduit en un nombre fini de variables, communément appelés les **variables d'évaluation cognitive**.

Les variables d'évaluation cognitive dans la littérature Chaque théorie d'évaluation cognitive présente un ensemble de variables impliquées dans le processus d'évaluation. Le tableau II.1 décrit quelques variables d'évaluation cognitive fréquemment utilisées et identifiées avec la ou les théorie(s) dans lesquelles elles sont utilisées.

La désirabilité, la contrôlabilité et la causalité sont des variables fréquentes [Arnold [1960], Lazarus and Lazarus [1991], Scherer et al. [2000], Roseman [2011]]. La désirabilité désigne la correspondance entre un stimulus et les désirs de l'individu. Elle est soit négative, positive ou neutre. Cette variable inclut la mesure de la pertinence du stimulus : elle est neutre si le stimulus n'est pas pertinent par rapport aux désirs de l'agent.

Quant à la contrôlabilité, elle se rapporte à la capacité d'avoir le contrôle sur le stimulus. Elle peut être élevée ou basse. Elle est élevée si l'individu est capable d'agir sur la situation pour effectuer un changement. Sinon, elle est basse. Cette variable est généralement prise en compte dans les situations indésirables.

En ce qui concerne la causalité, elle se réfère à la cause du stimulus. Les valeurs possibles sont généralement "soi-même" si l'on considère que l'individu "évaluateur" est lui-même qui a causé le stimulus, "l'autre" si l'individu "évaluateur" sait qui a causé ce stimulus dans son environnement et "les circonstances" si le stimulus n'est pas causé par un individu faisant partie de l'environnement de l'individu "évaluateur".

La pertinence d'un stimulus sur le bien-être de l'individu se déduit de la combinaison des valeurs attribuées aux variables d'évaluation. Par exemple, un stimulus indésirable, incontrôlable, causé par les circonstances, générerait de la tristesse [Roseman and Smith [2001]]. D'autres variables moins connues contribuent à différencier quelques émotions proches comme par exemple "la nature du problème", par exemple, est une variable utilisée par Roseman [2011] pour différencier la honte et la culpabilité. Cette variable prend une des deux valeurs : *intrinsèque* ou *instrumentale*. Elle est *intrinsèque* quand le stimulus en lui-même n'est pas désirable. Elle prend la valeur de *instrumentale* si le stimulus est un obstacle pour réussir un désir. Dans une situation indésirable, contrôlable causé par "soi-même", la nature *instrumentale* du problème générerait de la culpabilité, tandis que la valeur *intrinsèque* entraînerait la honte.

II.1.1.2 Les tendances à l'action

Certains théoriciens, aussi bien anciens [McDougall [1908]] que contemporains [Frijda [1986]], postulent que les émotions fonctionnent comme un mécanisme heuristique pour sélectionner les comportements de l'individu, d'où le terme "**tendance à l'action**".

Frijda [2010] définit la tendance à l'action comme étant un objectif pour établir, modifier ou maintenir une relation particulière entre la personne et un stimulus. Il s'agit d'un état de préparation à effectuer une action. Cet état peut être conscient ou inconscient, comme vu sur la figure II.1.

La relation entre les tendances à l'action et le label émotionnel [Bos-suyt \[2012\]](#) a proposé une synthèse des travaux sur les tendances à l'action dans la littérature et leur lien avec les labels émotionnels (voir le tableau II.3). Nous remarquons que chaque label émotionnel correspond à plusieurs tendances à l'action mais certaines tendances à l'action peuvent correspondre à différents labels émotionnels : s'enfuir peut exprimer de la peur ou du dégoût. Afin de différencier ces tendances à l'action, [Roseman \[2011\]](#) regroupe ces actions en **stratégies émotionnelles**.

Cette notion a été d'abord introduite chez [Frijda \[1986\]](#) et reprise par [Roseman \[2011\]](#) pour désigner un objectif à court terme que l'on veut atteindre en effectuant une action.

Par exemple, les tendances à l'action "blesser l'autre", "crier sur l'autre", "critiquer l'autre" répondent toutes à la stratégie émotionnelle "aller à l'encontre de l'autre".

[Roseman \[2011\]](#) a compté 8 stratégies émotionnelles :

- PREPARE TO MOVE TOWARD IT : Se préparer à aller vers la cause du stimulus
- MOVE TOWARD IT : Aller vers la cause du stimulus
- STOP MOVING AWAY FROM IT : Arrêter de s'éloigner de la cause du stimulus
- PREPARE TO MOVE AWAY FROM IT : Se préparer à s'éloigner de la cause du stimulus
- MOVE AGAINST IT : Aller à l'encontre de la cause du stimulus
- MOVE IT AWAY : Éloigner la cause du stimulus
- STOP MOVING TOWARD IT : Arrêter d'aller à l'encontre de la cause du stimulus
- MOVE AWAY FROM IT : S'éloigner de la cause du stimulus

La théorie de [Roseman \[2011\]](#) est résumée dans le tableau II.2.

Variable	Description	Lazarus and Lazarus [1991]	Ortony et al. [1990]	Roseman [2011]	Scherer et al. [2001]
La désirabilité	<i>Est-ce que l'événement facilite ou complique ce que la personne veut ?</i>	✓	✓	✓	
La nature de la motivation	<i>Le but touché par l'évènement est-il aversif (que l'on veut éviter ou appétitif (que l'on veut atteindre) ?</i>			✓	
La nature du problème	<i>L'évènement indésirable est-il rejeté en soi ou ce sont ses conséquences que l'on rejette ?</i>			✓	
La causalité	<i>Quel est le responsable de l'évènement ?</i>	✓	✓	✓	✓
La probabilité / certitude	<i>Quelle est la probabilité que l'évènement se produise ?</i>	✓	✓	✓	✓
La soudaineté	<i>Est-ce que l'évènement était attendu ?</i>	✓			✓
L'urgence	<i>Quel est l'effet de retarder la réponse ?</i>	✓			✓
L'implication	<i>Quel est l'impact de l'évènement sur la personne (estime sociale, les valeurs morales..) ?</i>	✓			
La contrôlabilité	<i>A-t-on le contrôle sur l'évènement ?</i>	✓		✓	✓

TABLE II.1 – Les variables d'évaluation cognitive fréquemment utilisées, leurs descriptions et leurs présences dans les théories cognitives

La relation entre les tendances à l'action et l'évaluation cognitive

La plupart des théories cognitives traitent la relation entre l'évaluation et les tendances à l'action de manière indirecte en les séparant : la relation entre l'évaluation cognitive et les labels émotionnels d'une part et la relation entre les tendances d'action et les labels émotionnels d'autre part. Roseman and Smith [2001] ont également intégrés ce lien dans leur théorie où chaque combinaison de valeurs de variables de l'évaluation cognitive produit une tendance d'action spécifique et une émotion (un label émotionnel). Par exemple, les stimuli jugés indésirables, incompatibles avec un désir appétitif, causés par "*l'autre*" et contrôlables suscitent la tendance à blesser correspondant au label "colère", alors que les stimuli considérés comme indésirables, incompatibles avec un désir appétitif, causés par des *circonstances*, contrôlables induisent la tendance à essayer de surmonter correspondant au label "*frustration*".

Activation d'une tendance à l'action Une deuxième notion étroitement liée à la tendance à l'action a été introduite par [Frijda [1986]] : **l'activation**. Elle a été définie dans des travaux antérieurs comme étant un état de mobilisation d'énergie pour désigner l'état de préparation à l'action d'un organisme donné (somatique ou moteur) [Duffy [1962]]. Ainsi, la tendance à l'action est dite activée lorsqu'elle bénéficie d'une concentration d'énergie pour atteindre l'état final souhaité que nous avons appelé "*stratégie émotionnelle*". Les tendances à l'action ne sont pas nécessairement une préparation à une action physique [Coombes et al. [2009], Frijda [2010]]. Elles peuvent également s'agir d'une tendance à une action mentale comme le désengagement, le désintérêt, la nostalgie, etc.

L'activation d'une tendance à l'action dépend de la faisabilité de l'action ou encore de ses conséquences sociales et de son impact sur les désirs de la personne [Coombes et al. [2009]]. Ces facteurs correspondent, en effet, aux facteurs de la régulation des émotions.

Dans la prochaine section, nous explorons ce deuxième mécanisme émotionnel complémentaire et étroitement lié à la génération des émotions.

	Motive-Consistent		Motive-Inconsistent		
	Appetitive Motive (+)	Aversive Motive (-)	Appetitive Motive (+)	Aversive Motive (-)	
(Circumstance-caused) Unexpected	<p>SURPRISE PHE: unexpectedness; stunned EXP: brows raised, arched; eyes wide; mouth open, oval; gasp BEH: interrupt, inquire EMV: understand <suspend movement></p>				
Not Unexpected Uncertain	<p>Hope PHE: potential; focused EXP: brows slightly raised, eyes widened, upward gaze BEH: anticipate, approach EMV: make happen <prepare to move toward or to stop moving away from it></p>		<p>Fear PHE: danger; cold, heart pounding EXP: brows raised, straight; eyes wide, lips drawn back BEH: vigilance, inhibition or flight (run) EMV: get to safety, prevent <prepare to move away from or to stop moving toward it></p>		Low Control Potential
Certain	<p>Joy (+) PHE: attainment; excited, light EXP: smile BEH: jump up, celebrate EMV: sustain <move toward it></p>	<p>Relief (-) PHE: amelioration; calming EXP: exhalation, sigh BEH: rest, relax EMV: return to normal <stop moving away from it></p>	<p>Sadness (+) PHE: missing; lethargy, throat lump EXP: weep, inner brows raised BEH: inaction EMV: recover <stop moving toward it></p>	<p>Distress (-) PHE: harm; agitated EXP: cry out BEH: move around, leave EMV: terminate, get away <move away from it></p>	
Uncertain	<p>Hope PHE: potential; focused EXP: brows slightly raised, eyes widened, upward gaze BEH: anticipate, approach EMV: make happen <prepare to move toward or to stop moving away from it></p>				High Control Potential
Certain	<p>Joy (+) PHE: attainment; excited, light EXP: smile BEH: jump up, celebrate EMV: sustain <move toward it></p>	<p>Relief (-) PHE: amelioration; calming EXP: exhalation, sigh BEH: rest, relax EMV: return to normal <stop moving away from it></p>	<p>FRUSTRATION PHE: obstacle; tense EXP: brows lowered BEH: exert effort EMV: overcome <move against it></p>	<p>Disgust PHE: repulsiveness; nausea EXP: wrinkled nose BEH: expel, purge, reject EMV: remove, rid <move it away from you></p>	
Other-caused Uncertain			<p>Dislike PHE: disapproval; cool EXP: refuse eye contact BEH: decrease attention to EMV: dissociate <move away from other></p>		Low Control Potential
Certain	<p>Love PHE: appreciation; drawn to someone EXP: sustained relaxed eye contact, lean toward BEH: touch, hold EMV: connect <move toward other></p>		<p>ANGER PHE: injustice; explosive EXP: brows lowered, square mouth BEH: yell, hit, criticize EMV: hurt, get revenge <move against other></p>	<p>Contempt PHE: other unworthy; revulsion EXP: sneer, head raised BEH: look down on, disparage EMV: exclude <move other away></p>	High Control Potential
Self-caused Uncertain			<p>Regret PHE: mistake; sick, sinking EXP: eyes closed; lips stretched, pressed together BEH: do over, do differently EMV: correct, improve <move away from self></p>		Low Control Potential
Certain	<p>Pride PHE: self-worth; big, powerful EXP: head back, expanded posture BEH: exhibit, assert EMV: recognition, dominance <move toward self></p>		<p>GUILTY PHE: transgression; heavy EXP: shift gaze BEH: reproach, punish self EMV: redress <move against self></p>	<p>Shame PHE: self unworthy; small EXP: head and gaze down BEH: withdraw, conceal, submit EMV: get self out of sight <move self away></p>	High Control Potential
Uncertain			<p>INSTRUMENTAL PROBLEM</p>		
Certain			<p>Intrinsic Problem</p>		

FIGURE II.2 – Tableau récapitulatif du processus émotionnel chez Roseman [2011]

Label émotionnel	Tendance à l'action	Théorie
Colère	attaquer	Berkowitz, 1989; Bull, 1951; Lazarus, 1991; Levenson, 2011; Panksepp, 1982
	détruire	Plutchik, 1980
	punir	Solomon, 1977
	enlever l'obstruction	Frijda, 1986; McDougall, 1908
	s'éloigner	de Rivera, 1977
Peur	aller plus loin / agresser	Oatley et Johnson-laird, 1987
	blesser / agresser	Roseman [2011]
	éviter / s'enfuir / mouvement rapide	Berkowitz, 1989; Bull, 1951; Lazarus, 1991; Levenson, 2011; McDougall, 1908; Panksepp, 1982; Solomon, 1977
	se protéger	Frijda, 1988; Plutchik, 1980
	se bouger	de Rivera, 1977
Dégout	être vigilant / s'enfuir	Oatley et Johnson-laird, 1987
	chercher la sécurité	Roseman, 2011
	éviter / rejeter / repousser / enlever	Frijda, 1986; Lazarus, 1991; Levenson, 2011; McDougall, 1908; Oatley et Johnson-laird, 1987; Plutchik, 1980; Roseman, 2011
	vomir / s'enfuir	Bull, 1951
	devenir inactif / se désister	Frijda, 1986; Lazarus, 1991
Tristesse	réintégrer	Plutchik, 1980
	demandeur de l'aide	Levenson, 2011
	retrouver la perte	Solomon, 1977
	ne rien faire / chercher un nouveau plan	Oatley et Johnson-laird, 1987
	se rétablir	Roseman, 2011

Label émotionnel	Tendance à l'action	Théorie
Joie	s'approcher / augmenter / contacter passer à l'acte / bouger partager l'humeur continuer dans le même plan maintenir	Frijda, 1988; Lazarus, 1991 Bull, 1951 Solomon, 1977 Oatley et Johnson-laird, 1987 Roseman, 2011
Culpabilité	réparer / chercher une punition se punir expier / redresser	Lazarus, 1991 Solomon, 1977 de Rivera, 1977; Roseman, 2011
Regret	réparer réévaluer la perte corriger	Zeelenberg, van Dijk, Manstead, et al., 1998 Solomon, 1977 Roseman, 2011
Honte	se cacher expier	de Rivera, 1977; Frijda, 1988; Lazarus, 1991; Roseman, 2011 Solomon, 1977
Surprise	réorienter chercher à comprendre	Frijda, 1986; Levenson, 2011; Plutchik, 1980 Roseman, 2011
Fierté	Faire répandre / se montrer s'afficher chercher la reconnaissance	Lazarus, 1991 de Rivera, 1977; McDougall, 1908 Roseman, 2011; Solomon, 1977

TABLE II.3 – Tableau synthétisant les tendances à l'action dans la littérature regroupées par label émotionnel et théorie Bossuyt [2012]

II.1.2 La régulation des émotions en psychologie

Outre la génération des réponses émotionnelles, le processus affectif comporte une deuxième étape complémentaire et simultanément activée : la régulation émotionnelle. Frijda [1986] compare cette dualité de processus aux mécanismes biologiques qui fonctionnent de la sorte : le mouvement est par exemple contrôlé par l'activation simultanée de deux muscles antagonistes.

Le processus de régulation des émotions se définit comme étant le mécanisme qui inclut toutes les stratégies conscientes et inconscientes que nous utilisons pour augmenter, maintenir ou diminuer une ou plusieurs composantes d'une réponse émotionnelle Gross [2001]. Cette définition est conforme aux théories de l'émotion basées sur l'idée de l'homéostasie, c'est-à-dire la perspective que le corps humain essaie continuellement de garder certaines variables (physiologiques) entre certaines limites [Cañamero [1997], Velásquez and Maes [1997]].

Le mécanisme de régulation émotionnelle est souvent confondu avec l'adaptation ou "*coping*". Bien que ces mécanismes soient similaires dans certaines fonctions associées, ils diffèrent par la nature du mécanisme. Le *coping* est un mécanisme fréquemment utilisé en psychologie clinique pour désigner les méthodes à adopter pour faire face aux événements stressants [Lazarus and Lazarus [1991]]. Ce mécanisme vise à améliorer le bien-être interne de l'individu mais ne prend pas en compte les facteurs sociaux de la régulation émotionnelle. Or, d'après des travaux en psychologie des émotions, la régulation est un phénomène purement social souvent utilisé en présence d'autrui.

Les stratégies de régulation émotionnelle Il existe de nombreuses stratégies à adopter pour réguler les émotions qui sont généralement regroupées en deux groupes principaux : (1) les stratégies qui modifient la réponse émotionnelle avant que celle-ci soit exprimée (exemple : la réévaluation cognitive où on recalcule une ou plusieurs variables cognitives.) et qu'on appelle "stratégies axées sur l'antécédent" et (2) les stratégies qui modifient la réponse après sa génération et qu'on appelle "stratégies axées sur la réponse". Le schéma II.3 décrit le processus de régulation en séparant les stratégies en deux familles.

De nombreuses études ont identifié les stratégies que les individus choisissent le

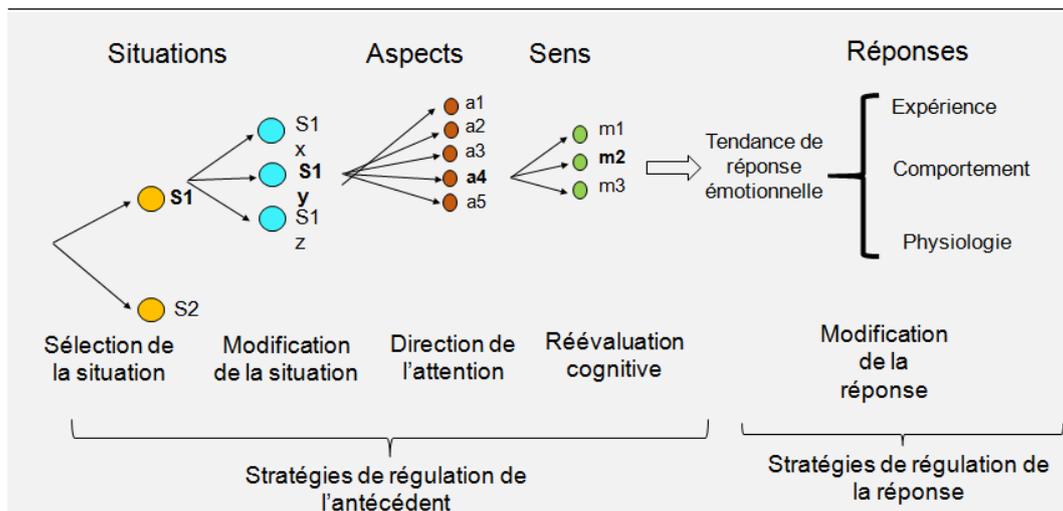


FIGURE II.3 – Schéma des différentes stratégies de régulation émotionnelle Gross and John [2003]

plus souvent pour réguler leurs émotions Gross [2001], Frijda [1986].

- **Régulation du stimulus ou diversion** : Ce type de régulation concerne la perception du stimulus par l'individu. il s'agit d'un comportement d'évitement ou d'approche dirigé vers le stimulus. La peur des araignées peut entraîner le comportement récurrent de bien nettoyer la maison pour ne pas avoir à évaluer ce "stimulus", la peur du sang peut laisser l'individu rediriger son regard ailleurs ou change de programme TV pour ne pas le voir. Il s'agit d'une régulation sélective du stimulus. La régulation de ce composant nécessite de faire appel à la mémoire afin d'associer le stimulus à une "émotion". Si cette dernière est positive, la personne aurait tendance à évaluer cognitivement ce stimulus. Si elle est négative, la personne aurait tendance à éviter d'évaluer le stimulus.
- **Réévaluation cognitive** ou "*Impulse control*" : cette stratégie fait référence aux tentatives de reconsidérer, de recadrer ou de prendre de nouvelles perspectives sur une situation émotionnelle, de manière à changer sa signification émotionnelle [Giuliani and Gross [2009]]. Il s'agit de faire une réévaluation cognitive de la situation, ce qui changerait la réponse "impulsive" générée. En

effet, cette étape consiste à se poser ces questions : *Comment puis-je reconsidérer plus positivement la situation ? Suis-je capable d'effectuer un changement ?* La réponse à cette question est rarement définitive lors de la première évaluation cognitive et pourrait changer lors d'une réévaluation cognitive. Prenons par exemple l'évènement "il pleut.". Un individu pourrait l'évaluer une première fois comme étant un évènement indésirable car cela l'empêche de faire un match de tennis avec un ami (un désir direct). Une réévaluation de cet évènement pourrait donner une valeur positive vu que la pluie a un impact important sur la production agricole annuelle (un désir indirect). Les réévaluations des situations négatives peuvent avoir pour objectif de retourner à un point neutre (par exemple, ce n'est pas si grave) ou de réévaluer pour générer une émotion positive. Des études expérimentales indiquent que la réévaluation cognitive pour générer une émotion positive pourrait être plus efficace et plus adaptative que la réévaluation simplement pour revenir à un point neutre [McRae et al. [2012]].

- **Régulation de réponse** : une émotion, une fois générée et ressentie, peut être redirigée vers une autre cible. Il s'agit donc de sélectionner une cible où, une fois l'émotion vécue, les conséquences sont moins graves que si elle a été achevée sur la cible d'origine. Un exemple : dans le cas de la tendance à l'action "être agressif" contre quelqu'un, il est commun que les individus redirigent leurs tendances vers un objet (mettre un coup de poing sur une table).
- **Suppression de la réponse** : il s'agit d'une stratégie de régulation de la réponse en supprimant toute expression liée à l'émotion ressentie. Cette stratégie est adoptée dans certaines cultures et moins dans d'autres. Dans la culture occidentale par exemple, elle est moins utilisée [Matsumoto et al. [2008]].

Les différents chercheurs travaillant dans le domaine de la régulation émotionnelle se rejoignent dans la manière de séparer les stratégies de régulation selon la temporalité (antécédent et réponse). Cette séparation a permis de tirer des conclusions sur les caractéristiques de chacune des deux familles quant à leur impact sur le bien-être individuel et social.

Ce travail bibliographique nous éclaire sur certaines caractéristiques de chacun de ces mécanismes. Notre but étant d'étudier la co-habitation de ces deux mécanismes chez un agent virtuel dans le cadre d'une interaction, nous nous penchons sur le lien entre émotions et les interactions sociales dans la littérature.

II.1.3 Émotions et interactions sociales chez l'humain

Bien que les mécanismes que nous avons présentés soient contrôlés par des fonctions internes, ils ont une dimension sociale assez importante. Nous tentons de définir la relation entre les différents processus émotionnels (génération, expression et régulation) et leur rapports à l'interaction en nous appuyant sur des fondements théoriques.

Génération des émotions et interaction sociale Les situations d'interaction sociale sont des facteurs prédominants dans le déclenchement et le contrôle des différentes émotions [Cosnier [1987]]. Les personnes nous entourant sont l'une des causes principales de génération d'émotion. Par exemple, Shaver et al. [1992] ont conduit une étude expérimentale où ils ont collecté, auprès des participants, 600 épisodes émotionnels de colère, peur, joie, amour et tristesse. Ils ont constaté que plus des trois quarts de ces épisodes sont déclenchés par nos relations sociales.

De même, Kemper [1987] affirme qu'une grande partie des émotions humaines résultent de réactions réelles, anticipées, imaginaires ou rappelés de relations sociales : *"elle dit qu'elle ne m'aime pas ; il dira que j'ai fait du bon travail, etc."*

L'étude menée par Scherer et al. [1986] a également montré que la plupart des émotions de base sont généralement déclenchées au cours des interactions sociales. L'individu gère alors cette émotion déclenchée en l'exprimant par une ou plusieurs modalités (prosodie, expressions faciales, contenu verbal, etc.) ou bien en l'inhibant.

Nous retenons alors l'importance des événements survenus pendant les interactions dans le déclenchement des émotions.

Expression des émotions et interaction sociale L'expression des émotions se réfère à toute réponse comportementale accompagnant l'émotion. Cela pourrait être le sourire, l'approche, le froncement des sourcils ou le fait de critiquer. Si l'on

suit l'approche cognitive, l'expression de l'émotion deviendrait une présentation publique de l'évaluation et de l'interprétation individuelle du stimulus, ce qui dévoilerait certaines caractéristiques de l'individu. En effet, l'expression des différentes émotions impactent d'une manière considérable l'image sociale de l'individu. L'expression verbale et/ou non-verbale des émotions positives, par exemple, a été corrélée à une personnalité extravertie [Barrick and Mount [1991]] et une agréabilité perçue par autrui.

De plus, l'expression des émotions au cours des interactions sociales joue un rôle conséquent dans l'ouverture à l'autre et la capacité à nouer des relations proches [Laurenceau et al. [1998]].

L'expression de certaines émotions, d'une manière verbale ou non-verbale, au cours des interactions sociales a donc un impact important sur l'image que l'on renvoie ainsi que sur le déroulement des interactions.

Régulation émotionnelle et interaction sociale L'expression ou la non-expression de nos émotions impactent la manière dont les autres nous perçoivent. Le rôle social des émotions réside donc dans la manière dont nous les régulons. En effet, Elias and Jephcott [1978] ont soutenu l'idée que l'histoire de la civilisation se confond avec l'histoire du contrôle de l'affect. Ce qui va dans le sens de Frijda [1986] qui a résumé le phénomène global de la civilisation à un moyen de contrôler les émotions et l'impulsivité naturelle de l'humain. Tomkins [1984] précise, quant à lui, que les émotions des adultes sont presque toujours régulées. Ceci s'explique par la conscience des normes et des règles sociales de la part des adultes. Ces résultats suggèrent que le phénomène de la régulation émotionnelle est un phénomène purement social. Il est régi par des règles sociales liées au contexte de dialogue, aux relations individuelles, aux rôles sociaux : les enseignants doivent se faire respecter, les hommes religieux doivent se comporter avec dignité, etc. Ces règles sont généralement implicites et acquises avec l'expérience. La régulation joue donc un rôle primordial dans l'acceptabilité des individus au sein de groupes sociaux.

L'impact social de la régulation émotionnelle s'exprime par le choix du moment de régulation et de la ou des stratégie(s) de régulation à adopter selon le contexte de l'interaction. Dans les travaux de Gross and John [2003], les auteurs ont étudié les

différences individuelles dans l'usage de deux stratégies de régulation émotionnelle : la réévaluation cognitive et la suppression. La conclusion majeure de ces travaux peut être résumée comme suit : l'usage fréquent de la stratégie choisie a un impact sur le bien-être de l'individu, ce qui entraîne un impact sur la manière dont il est perçu par les autres. L'usage fréquent de la stratégie de suppression, par exemple, rend ces individus moins susceptibles de partager leurs émotions avec autrui [Rimé et al. [1992]]. Le manque de partage d'expériences émotionnelles appauvrit les relations que l'individu peut avoir avec ses pairs ce qui pourrait handicaper les relations sociales. Cela entraîne, d'une part, un comportement d'évitement chez l'individu qui régule ses émotions en supprimant leur expression. D'autre part, son entourage peut être amené à éviter de nouer des relations avec lui par manque de complicité. Cet évitement impacterait négativement la façon dont l'individu est perçu.

D'autres travaux ont identifié un lien entre le contexte et la stratégie à adopter. En effet, la nature de la situation ainsi que la culture jouent un rôle dans l'efficacité des stratégies de régulation. Plus précisément, la réévaluation cognitive peut être adaptée lorsque les stimuli sont incontrôlables (lorsque la personne ne peut agir que sur elle-même) mais inadaptée lorsque les stimuli peuvent être contrôlés (quand la personne peut changer la situation) Troy et al. [2013]. De plus, il s'agit d'une stratégie de régulation fréquemment utilisée dans la culture occidentale et moins dans d'autres cultures comme la culture asiatique par exemple [Mesquita et al. [2007]]. Le choix, la fréquence et le moment de régulation jouent donc un rôle crucial dans la perception des individus et leurs relations sociales.

Les interactions sociales jouent un rôle à la fois impactant et impacté par les émotions. Elles constituent un terrain idéal au déclenchement des émotions mais représentent un contexte où des normes sociales régissent, implicitement, l'expression et la régulation des émotions par les individus impliqués dans l'interaction.

II.1.4 Conclusion sur les travaux présentés en psychologie

Ce travail bibliographique nous a permis d'identifier les différents courants de pensée concernant les mécanismes impliqués dans la génération et le contrôle des

émotions. La première conclusion que nous déduisons est l'importance de l'aspect motivationnel dans les processus émotionnel qui assure le lien entre l'évaluation des stimuli et les comportements associés. La deuxième conclusion que nous tirons est l'apport considérable de la régulation émotionnelle dans la perception des individus dans les contextes.

Ces notions présentées dans cette section ont servi de base à plusieurs chercheurs en informatique affective pour construire des modèles fiables pour des systèmes informatiques. Dans la section qui suit, nous présentons quelques modèles affectifs dans la littérature fondés sur des travaux en psychologie en soulignant leurs contributions dans le domaine de la recherche en informatique affective.

II.2 La modélisation informatique des mécanismes émotionnels

L'informatique affective est un domaine de recherche large et interdisciplinaire impliquant, en particulier, la psychologie et l'informatique [Picard [2000]]. Il couvre les champs de recherche allant de la détection et reconnaissance des émotions [Bartlett et al. [2006], Lyons et al. [1998]] à la synthèse de comportements émotionnels chez des agents virtuels [Hartmann et al. [2005], Pelachaud [2005]] en passant par la modélisation et la formalisation des processus psychologiques [Adam et al. [2009], Lorini and Schwarzentruher [2011], Marsella et al. [2010]].

Ici, nous nous intéressons à explorer la littérature couvrant les nombreuses tentatives de modélisation informatique d'affect. Nous énumérons, tout d'abord, les modèles ayant utilisé la formalisation logique tout en précisant les préceptes de cette méthode. Nous citons également quelques travaux de modélisation ayant adopté la méthode à base de règles. La dernière partie de cette section est consacrée aux travaux d'évaluation de l'apport de ces modèles et aux méthodes utilisées pour ces évaluations.

II.2.1 La modélisation formelle des émotions dans la littérature

II.2.1.1 Pourquoi décrire formellement les émotions ?

D'après [Reisenzein et al. \[2013\]](#), le principal objectif de la modélisation informatique de l'émotion est le développement de systèmes ou d'agents artificiels ayant des composants fonctionnels qui jouent le même rôle que les émotions jouent chez l'humain.

Néanmoins, selon la méthode utilisée pour poursuivre cet objectif, certains contribuent indirectement à des problématiques de recherche plutôt psychologiques. En effet, certains chercheurs en modélisation émotionnelle ont choisi de décrire "formellement" des théories d'émotions en un langage uniforme ([Adam et al. \[2009\]](#) pour la théorie OCC de [Ortony et al. \[1988\]](#), par exemple). La naissance de plusieurs formalisations des théories en psychologie a permis une meilleure compréhension de certains mécanismes émotionnels et a même relevé quelques ambiguïtés dans la structure de la théorie [[Steunebrink et al. \[2009\]](#), [Adam et al. \[2009\]](#)]. Il n'était pas clair, par exemple, selon la théorie de base, si les émotions liées aux événements sont causées par des événements eux-même ou par les conséquences supposées de ces événements. Les travaux en informatiques ont relevé cette ambiguïté.

Le premier apport de la formalisation des émotions est donc de garantir une meilleure compréhension de la théorie émotionnelle, voire relever des ambiguïtés possibles.

De plus, une telle formalisation donne un modèle précis de la théorie en évitant les détails potentiels d'implémentation liés aux langages de programmation choisis. En conséquence, la vérification de la cohérence du modèle formel est moins coûteuse que dans le cas de vérification d'un modèle déjà implémenté [[Hindriks and Broekens \[2011\]](#)]. Par ailleurs, [Dastani and Ch. Meyer \[2010\]](#) affirment qu'une description formelle précise et sans ambiguïté d'une théorie faciliterait son implémentation ultérieure en tant que modèle informatique.

Ces apports sont atteignables par de nombreuses méthodes de formalisation d'émotions : la logique floue [[El-Nasr et al. \[2000\]](#)], la théorie de la décision [[Gmytrasiewicz and Lisetti \[2000\]](#)] et la méthode la plus dominante dans la littérature : la

logique BDI (Aldewereld et al. [2004], Ochs et al. [2005]). Cette méthode est fondée sur la théorie BDI qui infère des actions et des plans à partir des états mentaux. Il en découle que l'émotion peut être considérée comme un état mental particulier.

II.2.1.2 Les émotions en tant qu'états mentaux

Un état mental correspond à une représentation cognitive du monde à un instant donné Ochs et al. [2005].

Searle et al. [1983] définit les états intentionnels comme des états mentaux qui concernent une proposition. Il affirme que les croyances peuvent être considérées comme des états intentionnels que l'individu ajuste en fonction du monde. Searle définit alors une direction d'ajustement de l'esprit vers le monde (ou l'environnement). Les désirs et les intentions sont, en revanche, des états intentionnels dont la direction d'ajustement est du monde vers l'esprit. Quant aux émotions, Searle les définit en tant qu'états intentionnels ayant une direction d'ajustement vide. Ainsi, les émotions sont considérées comme des états intentionnels particuliers, et donc elles sont des états mentaux tout comme les croyances et les désirs.

Une des approches les plus utilisées pour construire des agents capables de raisonner sur les états mentaux est l'approche BDI.

II.2.1.3 Les agents type BDI

Les logiques BDI (Cohen and Levesque [1990], Rao and Georgeff [1991]) décrivent formellement les croyances (en anglais *Beliefs*), désirs (en anglais *Desires*) et intentions (en anglais *Intentions*) d'un agent. Ce sont des langages formels logiques qui combinent plusieurs opérateurs modaux : les opérateurs utilisés pour capturer la nature dynamique des agents et ceux utilisés pour décrire les états mentaux : les croyances, les désirs et les intentions. L'architecture BDI, qui existe en plusieurs variantes, est devenue l'une des architectures logicielles les plus utilisées pour les agents intelligents autonomes. L'hypothèse centrale adoptée chez les agents BDI est que les actions sont générées par un processus de raisonnement pratique qui comprend deux étapes de calcul. Dans la première étape, un ensemble de désirs est sélectionné ; dans la deuxième étape, l'agent détermine la façon dont ces objectifs peuvent être atteints

II.2. La modélisation informatique des mécanismes émotionnels 31

au moyen des actions ou des plans disponibles.

Cette méthode de formalisation présente donc deux grands avantages pour la modélisation des émotions : elle prend en compte le rôle central de la cognition, longtemps mis en avant dans les théories cognitives et elle fait le lien entre les émotions et les actions à sélectionner.

En dépit de ses avantages, certains chercheurs ont dû la modifier en rajoutant des opérateurs et/ou en modifiant la syntaxe pour représenter ces mécanismes complexes que sont les émotions. Nous en détaillons quelques-uns dans les paragraphes suivants en expliquant la manière dont ils décrivent les émotions.

II.2.1.4 La génération des émotions dans les modèles formels

Le modèle de Meyer [2006] L'auteur a ajouté à des agents rationnels quatre types d'émotions de base (joie, tristesse, colère et peur) inspirés par la théorie de [Oatley et al. [2006]]. Il s'est basé sur le modèle KARO [Linder [1996]] qui correspond à un modèle logique d'agent basé sur une logique dynamique augmentée avec des opérateurs modaux de type BDI.

Le modèle prend en compte les conditions de déclenchement des 4 émotions. Dans le cas de l'émotion de joie par exemple, la formule a été définie comme suit :

$I(\pi, \varphi) \wedge Com(\pi) \rightarrow [\pi](B(\varphi) \rightarrow happy(\varphi))o\varphi$ est un désir de l'agent, π est un plan d'actions permettant d'atteindre le désir φ . L'opérateur I désigne que l'agent a l'intention d'accomplir le plan π pour atteindre φ . L'opérateur Com désigne l'engagement de l'agent à effectuer un plan d'actions. $[\pi]$ désigne le fait que le plan π est accompli.

Meyer [2006] a également pris en considération l'aspect motivationnel de chaque type d'émotion, indiquant comment un agent devrait agir en fonction de l'émotion déclenchée. Dans l'exemple de la joie, l'action à entreprendre par l'agent, selon les auteurs est de **délibérer**. La formule est décrite comme suit :

$$I(\pi, \varphi) \wedge Com(\pi) \wedge happy(\pi, \varphi) \rightarrow [deliberate](I(\pi, \varphi) \wedge Com)$$

Ce travail n'a pas fourni une théorie logique complète de l'émotion, mais plutôt un premier pas prometteur, montrant que certains aspects de l'émotion pourraient faire l'objet d'une analyse logique et une représentation qui peut être utilisée dans des systèmes d'agents artificiels.

Le modèle de Adam [2007] Quelques années après, Adam et al. [2009] ont proposé une formalisation qualitative du modèle des émotions OCC de Ortony et al. [1990]. Les auteurs se sont basés sur le modèle logique de Herzig and Longin [2004] qui prend en compte deux opérateurs décrivant deux variables d'évaluation cognitive de la théorie OCC : la désirabilité et la louabilité (*praiseworthiness*). La joie se décrit alors comme suit :

$$Joy_i\varphi = Bel_i\varphi \wedge Des_i\varphi$$

Dans des travaux antérieurs [Adam [2007]], les auteurs ont également présenté un modèle d'adaptation stratégique. Ce mode de régulation a été décrit pour des émotions négatives (la tristesse, la déception, la peur, etc.). Sept stratégies d'adaptation ont été formellement décrites. Quelques stratégies d'adaptation modifient les croyances ou les désirs de l'agent de telle sorte que les conditions de l'émotion négative s'annulent. D'autres stratégies d'adaptation (par exemple le désengagement mental) nécessitent la création de nouvelles intentions qui détournent l'attention de l'individu.

Bien que les pré-conditions d'applicabilité des stratégies d'adaptation stratégique ont été fournies, une limite à ce modèle est que le choix entre elles n'a pas été clairement décrit.

Adam et al. [2009] a présenté une modélisation complètement qualitative des émotions. D'autres modèles formels ont proposé une approche aussi bien qualitatif que quantitatif. Par exemple, Dastani and Lorini [2012] et Steunebrink et al. [2009] ont intégré la notion d'intensité d'émotions dans leur modèle.

Le modèle de Steunebrink et al. [2009] Dans leurs travaux, les auteurs présentent un modèle formel des émotions avec une fonction d'intensité $T : \mathcal{S} \rightarrow \mathcal{R}_{\leq 0}$ qui décroît avec le temps. On écrit alors ε^T pour décrire une émotion déclenchée $\varepsilon \in Emotions$ avec une intensité T . L'opérateur $\mathcal{T}_i(a, \varepsilon_i)$ désigne que l'agent i a tendance à effectuer l'action a lorsque l'émotion ε est déclenchée.

Le mécanisme d'adaptation introduit dans ce modèle est inspiré de la théorie des tendances d'action de Frijda [1986]. Il compte trois familles de tendances à l'action applicables dans des situations indésirables : tourner au ralenti (*Idling*), les tendances

II.2. La modélisation informatique des mécanismes émotionnels 33

sociales et les tendances de reconsidération. La première correspond à ce que l'agent choisisse de laisser le temps passer pour gérer son émotion négative.

$$\varepsilon \iff \mathcal{T}(\text{idle}, \varepsilon)$$

Autrement dit, l'agent a tendance à ralentir ses actions parce que l'émotion ε est déclenchée.

Quant à la deuxième famille de tendance à l'action, elle décrit les actions que l'agent aurait tendance à effectuer si une des émotions sociales est déclenchée. Par exemple, si l'agent i ressent de la pitié pour l'agent j , il aura la tendance à effectuer une action pour que l'agent j éprouve de la gratitude envers lui. Cela a été écrit par les auteurs comme suit :

$$pity_i(j, \varphi) \wedge Can_i(\alpha, B_i, gratitude_j^T(i, \alpha, \varphi)) \rightarrow \mathcal{T}_i(\alpha, pity_i(j, \varphi))$$

; où i et j sont deux agents distincts, φ un désir de l'agent j , α est une action appartenant au plan d'action du désir φ et Can est un opérateur désignant la capacité d'un agent à effectuer une action donnée appartenant à un plan.

La troisième famille de tendances à l'action de ce modèle est celle de la reconsidération. Les actions appartenant à cette famille peuvent être effectuées lorsqu'un agent a pour intention $I(\pi, \varphi)$ de réaliser un plan π pour un désir φ mais cela résulte en un abandon du plan π ou φ , un nouveau plan vers φ pourrait être reconsidéré. Les auteurs ont alors utilisé deux nouveaux opérateurs : $uncommit(\pi)$ pour abandonner le premier plan et $replan(\pi, \varphi, \pi')$ pour remplacer le plan π par le nouveau plan π' afin d'atteindre φ .

Ce travail présente deux contributions majeures dans le domaine de description formelle des émotions : la prise en compte de l'aspect quantitatif des émotions et de l'aspect motivationnel (tendance à l'action).

Le modèle de Dastani and Ch. Meyer [2010] Le modèle décrit par [Dastani and Lorini \[2012\]](#), en plus de prendre en considération les mécanismes complets de l'émotion, introduit des croyances, désirs et intentions gradués pour déterminer l'intensité des émotions. Pour cela, le modèle présenté est fondé sur la syntaxe et la sémantique de la logique DL-GA (Logique dynamique des attitudes graduées). Cette

logique est conçue pour représenter des croyances et des désirs ayant respectivement un degré de plausibilité et de désirabilité. Dans le cas de croyance graduée, $B_{\varphi}^{\geq h}$ décrit que l'agent croit que le fait φ est vrai avec une confiance au moins égale à h . SB_{φ} décrit que l'agent croit avec une confiance maximale que φ est vrai. Ceci est utilisé plus tard dans la phase d'évaluation cognitive pour différencier, par exemple, l'émotion joie de l'émotion "espoir". Dans la première, la croyance que φ est forte SB_{φ} contrairement à la deuxième où la croyance en rapport avec le stimulus n'est pas maximale.

Le modèle inclut également des stratégies d'adaptation visant à gérer les émotions soit en formant ou en révisant une intention d'agir dans le monde, soit en modifiant l'interprétation de la situation (en changeant la "force" attribuée aux croyances ou les désirs gradués).

Ce modèle propose donc une formalisation de la génération et de l'adaptation de certaines émotions, en prenant en considération l'aspect quantitatif des émotions expliqué par des croyances et des désirs gradués.

Conclusion Ces travaux ont ajusté la logique BDI afin de représenter leur vision d'un phénomène complexe qui est l'émotion, en s'appuyant sur des travaux en psychologie. Ces modifications ont donné naissance à des langages de formalisation nouveaux incluant des opérateurs et des syntaxes émotionnels.

Bien que la génération des émotions soit l'aspect le plus repris par les chercheurs en formalisation, certains d'entre eux ont essayé d'inclure d'autres mécanismes sous-jacents comme l'expression ou la régulation des émotions.

II.2.1.5 Expression des émotions et formalisation dans la littérature

L'expression des émotions est très souvent marginalisée dans les modèles formels. Un des modèles formels qui a pris en compte l'expression multimodale des affects est celui de [Rivière et al. \[2012a\]](#). Les auteurs ont développé un moteur de raisonnement de type BDI basé sur les états mentaux de l'agent. Ce moteur de raisonnement vise à déclencher les émotions de l'agent à partir de ses désirs, de ses croyances, de ses idéaux et de la notion de responsabilité. Ensuite, une intention communicative de l'agent est sélectionnée à partir de ses états mentaux et un ensemble de règles

II.2. La modélisation informatique des mécanismes émotionnels 35

de dialogue. Les auteurs se sont appuyés sur une bibliothèque d'actes de dialogue multimodaux (MCA) basés sur la théorie des actes de dialogue [Searle and Searle [1969]]. Ces MCA sont les opérateurs des plans (actions) : ils sont décrits en termes de conditions préalables et conséquences permettant la planification en amont des intentions de l'agent. Les auteurs ont utilisé dans ce modèle 38 MCA séparés en 4 catégories : les actes de dialogue assertifs (affirmer, nier ...), directifs (demander, suggérer ...), les actes de dialogue d'engagement (promesse, Accepter ...) et les actes expressifs (S'excuser, satisfaire ...).

Ce modèle a été implémenté dans l'architecture d'agent MARC [Courgeon et al., 2009] où les auteurs ont également ajouté des expressions faciales basées sur la théorie de Scherer [2005] qui fait un lien entre les variables d'évaluation cognitive et les expressions faciales.

Ce modèle représente un des rares travaux dans la littérature à faire le lien entre la description formelle des émotions et l'expression. Néanmoins, l'agent ne possède aucun mécanisme de régulation lui permettant de contrôler l'expression de ses émotions.

II.2.1.6 Régulation des émotions et formalisation dans la littérature

En dépit du grand nombre de modèles informatiques d'émotions dans les systèmes informatiques, peu d'entre eux prennent en compte le mécanisme de régulation émotionnelle tel qu'il a été décrit dans la littérature. Cela pourrait s'expliquer par la complexité et l'hétérogénéité de ce mécanisme en psychologie. En effet, le nombre exact et la mesure de l'efficacité des stratégies de régulation ont toujours fait l'objet de discussions divergentes entre chercheurs du domaine. En outre, le mécanisme de régulation implique différents facteurs externes et internes pour sélectionner la stratégie à appliquer (contexte social, tendances individuelles, traits de personnalité, etc.), qui peut difficilement être modélisé.

Le modèle formel présenté par Bosse et al. [2010] peut être considéré comme une tentative de résoudre ce problème. Ce modèle décrit formellement le mécanisme de régulation tel qu'il est décrit par Gross [2001]. Les auteurs ont modélisé les stratégies de régulation basée sur l'antécédent (voir II.3) : la sélection de situation, modification de la situation, modification de l'attention et la réévaluation cognitive. Chaque

stratégie impacte un élément spécifique de la chaîne émotionnelle. La première impacterait le situation, la deuxième une sous-situation, la modification de l'attention impacterait un aspect de la situation et la dernière toucherait le sens "émotionnel".

Les auteurs ont commencé par extraire les concepts pertinents de la théorie de Gross : les émotions, les niveaux et les valeurs émotionnels, les tendances personnelles à ajuster la valeur émotionnelle, etc. Les auteurs ont formellement décrit la relation entre ces concepts utilisant des variables à valeurs réelles et des équations différentielles. L'impact de la régulation est calculé avec cette formule :

$$new_ERL = (1 - \beta) * n(w_n * v_n) + \beta * ERL$$

Dans cette formule, new_ERL correspond au nouveau niveau émotionnel obtenu après régulation tandis que ERL correspond au niveau précédent avant régulation. Le n revient à un élément parmi les 4 pouvant être impactés par les stratégies de régulation (la situation, la sous-situation, l'aspect de la situation et le sens émotionnel). w_n et v_n correspondent respectivement au poids et à la valeur émotionnelle de l'élément n . Selon Gross [2001], un poids plus important est attribué aux éléments affectés figurant plus tôt sur la chaîne émotionnelle (voir le schéma II.3). Quant à β , les auteurs la définissent comme étant le facteur de persistance qui représente la proportion de l'ancien niveau de réponse émotionnelle qui prise en compte pour déterminer le nouveau niveau d'émotion après régulation.

Bien que ce modèle représente la régulation émotionnelle d'une manière assez fidèle à la théorie, certains paramètres d'entrée, tels que le potentiel personnel de sélection d'une stratégie pour un élément donné ou le poids de cet élément dans l'ajustement de la valeur émotionnelle sont très peu expliqués dans le modèle.

II.2.1.7 Conclusion sur les modèles formels des émotions

Les modèles formels des émotions ont pour but principal d'écrire formellement des mécanismes émotionnels dans l'optique d'être implémentés dans des systèmes intelligents, souvent des agents virtuels. En plus de ces apports en informatique affective, ces travaux ont indirectement contribué à la compréhension et l'unification de certaines théories en psychologie et ont même permis à des chercheurs en psychologie de comparer différents modèles et théories entre eux [Reisenzein [2009]].

II.2. La modélisation informatique des mécanismes émotionnels 37

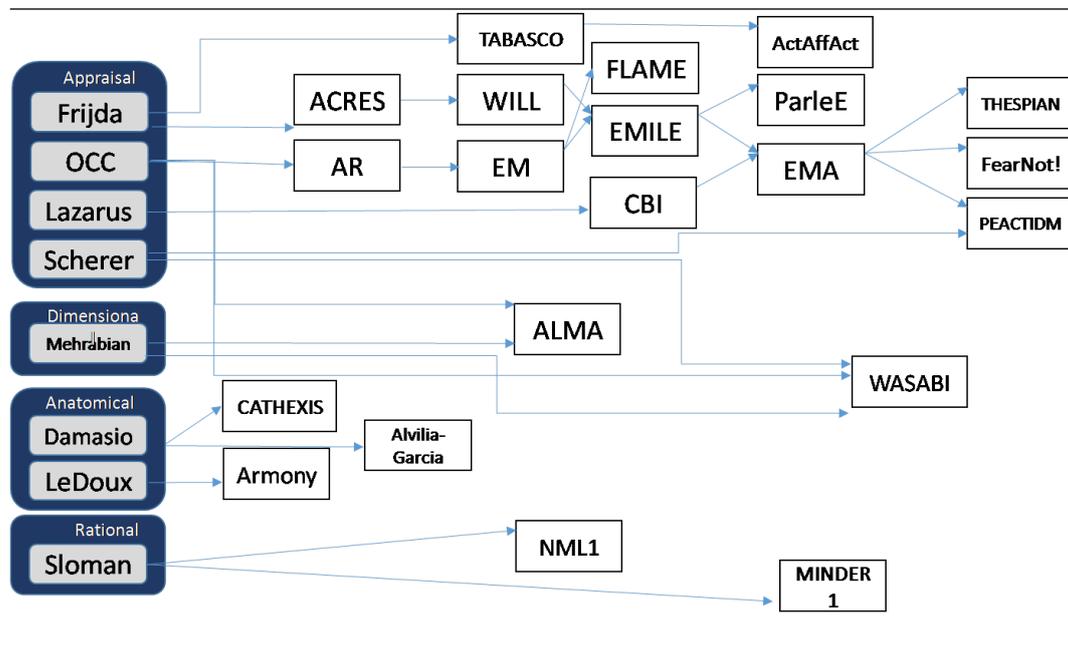


FIGURE II.4 – Vue d'ensemble des modèles informatiques des émotions avec leurs théories respectives Marsella et al. [2010]

Bien que les frameworks logiques construits soient nombreux, la logique BDI reste la base logique la plus communément employée chez les agents. Cela s'explique par la nature de cette logique qui raisonne sur les états mentaux des agents et donc, par extension, les émotions. Néanmoins, afin de représenter les différents aspects émotionnels sous-jacents tels que l'intensité émotionnelle ou l'évaluation cognitive ou encore les tendances à l'action, les chercheurs ont construit des modèles logiques spécifiques (KARO [Meyer et al. [2001]], DL-GA Lorini and Schwarzenruber [2011], BIGRE [Guiraud et al. [2011]], LEADSTO [Bosse et al. [2007]], etc).

D'autres chercheurs en informatique affective ont choisi une méthode différente pour modéliser les émotions chez les agents conversationnels : les systèmes à base de règles. Nous en détaillons quelques un dans la sous-section qui suit.

II.2.2 Les modèles affectifs à base de règles

Une deuxième méthode de modélisation des processus affectifs est l'implémentation de concepts psychologique dans une architecture d'agent sans passer par la phase *formalisation*.

II.2.2.1

Le modèle de Gratch and Marsella [2004a] Le modèle le plus connu est sans doute celui développé par Gratch and Marsella [2004a] nommé EMA et basé sur la théorie de Lazarus Lazarus [1991]. Il prend en compte les phases de génération ainsi que d'adaptation d'émotions. L'algorithme EMA se compose de 5 étapes principales. Ici, nous expliquons les différents modules de l'algorithme EMA.

1. **Construire et maintenir une interprétation causale de ce qui se passe** : L'interprétation causale est une représentation de l'état mental actuel de l'agent concernant les états et actions dans le passé, le présent et le futur en prenant en compte leur probabilité et leur désirabilité.
2. **Générer les variables d'évaluation** : L'interprétation causale code un nombre d'événements passés et futurs qui peuvent être signifiant pour l'agent. EMA repose sur les travaux antérieurs sur le modèle Emile Gratch [2000] pour évaluer l'importance des événements. Chacune de ces évaluations est représentée par un frame d'évaluation qui contient la valeur dérivée des variables d'évaluation associés à l'événement Gratch and Marsella [2004b]. le modèle EMA génère une liste de 7 variables d'évaluation parmi les 12 mentionnés dans la théorie de Lazarus [1966]
3. **De l'évaluation cognitive vers l'émotion** : Les différentes variables d'évaluation cognitive ont été traduites en six émotions selon la table II.5. Une valeur d'intensité est également attribuée à chaque émotion. Toute variable d'évaluation est associée à une perspective notée p. L'émotion "espoir", par exemple, provient d'une conviction qu'un évènement désiré puisse se produire.
4. **Déduction de l'état émotionnel** : Ce module a pour objectif d'assembler les données émotionnelles relatives à l'agent et à la situation. Ces données

II.2. La modélisation informatique des mécanismes émotionnels 39

Appraisal configuration	Emotion	Intensity
$\text{Desirability}(p) > 0, \text{Likelihood}(p) < 1.0$	Hope	$\text{Desirability}(p) \times \text{Likelihood}(p)$
$\text{Desirability}(p) > 0, \text{Likelihood}(p) = 1.0$	Joy	$\text{Desirability}(p) \times \text{Likelihood}(p)$
$\text{Desirability}(p) < 0, \text{Likelihood}(p) < 1.0$	Fear	$ \text{Desirability}(p) \times \text{Likelihood}(p) $
$\text{Desirability}(p) < 0, \text{Likelihood}(p) = 1.0$	Distress	$ \text{Desirability}(p) \times \text{Likelihood}(p) $
$\text{Desirability}(p) < 0, \text{causal attribution}(q) = \text{blameworthy}$	Anger	$ \text{Desirability}(p) \times \text{Likelihood}(p) $
$\text{Desirability}(q \neq p) < 0, \text{causal attribution}(p) = \text{blameworthy},$ $\text{causal agent} = p$	Guilt	$ \text{Desirability}(q) \times \text{Likelihood}(p) $

FIGURE II.5 – Le calcul des émotions dans le modèle EMA Gratch and Marsella [2004a].

incluent les différentes émotions instantanées générées par le module précédent ainsi que la personnalité. Ce module explique, en partie, les stratégies d'adaptation ultérieures. Une personne de nature joyeuse par exemple, aurait plus tendance à s'orienter vers une interprétation positive des événements. Une autre notion est modélisée dans ce module : l'humeur. Dans Gratch and Marsella [2004a], les auteurs définissent l'humeur comme étant un phénomène affectif étroitement liée à l'émotion mais se distingue par son globalité et sa durée dans le temps. Pour chaque type d'émotion, EMA fait la somme les intensités des émotions. Les valeurs agrégées sont ensuite passées à travers une fonction sigmoïde pour attribuer à l'état émotionnel une valeur de zéro à un. Ces valeurs interviennent dans le choix de l'émotion sur laquelle l'agent doit se concentrer.

5. **Adopter une stratégie d'adaptation** : Ce module a pour but de traduire les stratégies d'adaptation évoquées dans la théorie de l'évaluation en un guide pour les actions et les changements futurs. Les auteurs considèrent que l'adaptation est le processus inverse de l'évaluation. En effet, pour se libérer d'une émotion à propos d'une situation particulière, il suffit, intuitivement, d'effectuer une ou plusieurs modifications des facteurs ayant générer cette émotion. Dans le modèle étudié, la phase d'adaptation se divise en deux sous-phases : le processus d'adaptation et les stratégies.

Le processus d'adaptation : cette étape consiste à :

- identifier une opportunité d'adaptation, (quelle est l'émotion qui nécessite

- une stratégie d'adaptation ?)
- élaborer une situation d'adaptation (Qui et quoi sont impliqués dans cette situation ?)
- évaluer le potentiel d'adaptation (quelle serait la nouvelle probabilité après l'adaptation ?)
- sélectionner une ou plusieurs stratégies à appliquer.

Les stratégies d'adaptation : Le modèle EMA implémente la majorité des stratégies d'adaptation citées dans les travaux de [Lazarus \[1991\]](#).

Ce modèle a été implémenté dans de nombreuses applications impliquant des agents virtuels. Il a également été considéré comme une référence pour d'autres modèles affectifs plus récents (voir schéma II.4). Le modèle EMA prend en compte de l'intégrité du processus émotionnel tel qu'il est décrit par [Lazarus \[1991\]](#) de l'évaluation cognitive des événements jusqu'aux comportements exprimant des stratégies d'adaptation.

Néanmoins, le manque de formalisation introduit un manque de transparence quant aux formules de calcul d'émotion. De plus, le lien entre émotion et action n'est modélisé qu'en cas d'adaptation stratégique, ce qui rendrait le comportement émotionnel limité et peu réaliste.

II.2.2.2 Le modèle ALMA de [Gebhard \[2005\]](#)

Il s'agit d'un modèle d'affect qui décrit trois notions distinctes liées à l'émotion : les émotions à court terme, l'humeur à moyen terme et la personnalité en tant que paramètre à long terme. Le modèle décrit les différentes phases émotionnelles de l'évaluation cognitive jusqu'au comportement non-verbal correspondant. Les auteurs ont également analysé les différents comportements en fonction de leurs caractéristiques temporelles : ils ont identifié des aspects comportementaux à court terme (les expressions faciales, gestes, ou la formulation de l'expression verbale), à moyen et à long terme, comme le processus de décision, ou la motivation . ALMA est fondé sur le modèle des émotions de l'OCC [[Oatley and Johnson-Laird \[2011\]](#)] combiné au modèle de personnalité Big Five [[McCrae and Costa Jr \[1999\]](#)]. Les traits de personnalité influence les intensités des émotions.

Quant à l'humeur, les auteurs se sont appuyé sur la théorie de [Mehrabian \[1996b\]](#).

II.2. La modélisation informatique des mécanismes émotionnels 41

+P+A+D Exuberant	-P-A-D Bored
+P+A-D Dependent	-P-A+D Disdainful
+P-A+D Relaxed	-P+A-D Anxious
+P-A-D Docile	-P+A+D Hostile

FIGURE II.6 – Les différents labels d’humeur dans l’espace PAD

Ce modèle définit l’humeur comme une moyenne d’états émotionnels de la personne dans un ensemble de situations. Mehrabian décrit l’humeur avec les trois traits plaisir (P), excitation (A) et dominance (D). Les trois traits sont indépendants et forment un espace tridimensionnel avec des axes allant de -1,0 à 1,0 pour chaque dimension. Les différents labels d’humeur sont représentés sous forme de combinaison de valeur de PAD dans le tableau II.6.

Toutes les émotions citées dans le modèle OCC ont été représentées dans cet espace tridimensionnel. L’émotion "joie" par exemple, correspond à un $P = 0.4$; $A = 0.2$ et $D = 0.1$. Selon le tableau II.6, +P+A+D donne l’humeur "Exubérant".

Le lien entre l’humeur et la personnalité a également été modélisé afin de déterminer une humeur par défaut en s’appuyant sur l’analyse de la personnalité en terme d’humeur fournie par Mehrabian [1996a].

Ces informations affectives qui permettent de contrôler le comportement d’agents virtuels animés, sont décrites dans un langage de modélisation appelé AffectML qui sert d’interface entre les différents modules. Une version d’ALMA a été implémentée dans le système VirtualHuman contenant un composant de génération de dialogue multimodal. Il utilise les différents types d’affect générés par le modèle pour contrôler le comportement d’un personnage au niveau des processus cognitifs et des expressions verbales et non verbales.

La prise en compte de différents composants affectifs et leur temporalité (émotion, humeur et personnalité) a conduit les auteurs à faire communiquer ces différents aspects émotionnels basés sur des théories psychologiques complexes et hétérogènes : la théorie d’évaluation cognitive OCC, la théorie de l’espace tridimensionnel des humeurs de Mehrabian [1996b] et la théorie de personnalité Big Five.

II.2.2.3 Le modèle de Ochs et al. [2009]

Dans ce modèle, les émotions sont considérées comme étant un composant de la dynamique des relations sociales de l'agent. Les auteurs se sont basés sur le modèle de Ortony et al. [1988]. Ils se sont appuyés sur l'approche de Sehaba et al. [2007] pour définir ainsi trois vecteurs émotionnels représentant respectivement :

- les émotions déclenchées par un évènement (dont les valeurs dépendent de l'évènement déclencheur ainsi que de la personnalité de l'agent)
- l'état émotionnel (qui dépend de l'expérience affective globale de l'agent) ;
- les émotions exprimées par l'agent : Elles diffèrent de l'état émotionnel car un agent peut décider d'exprimer des émotions différentes de celles ressenties [Prendinger and Ishizuka, 2005].

Les émotions influencent les différents axes de la relation sociale : appréciation, dominance, familiarité et solidarité. Le déclenchement d'émotion positive durant une interaction induirait une augmentation du degré d'appréciation. A l'inverse, les émotions négatives causées par autrui génèrent une diminution du degré d'appréciation. La cause de l'émotion est également prise en compte. Une émotion positive ou négative déclenché par les circonstances n'a pas d'impact sur la relation sociale. La dominance, quant à elle, est influencée par les émotions causé par l'agent lui-même telles que la fierté ou la honte.

Nous pensons que l'originalité de ce travail réside dans l'articulation du processus émotionnel et les dynamiques qui régissent les relations sociales. Il s'agit d'un modèle de relations sociales prenant en considération les états émotionnels comme motivation à changer la relation envers autrui.

II.2.2.4 Conclusion sur les modèles d'émotions à base de règles

Nous avons détaillé trois modèles affectifs à base de règles qui ont été considérés comme des références dans le domaine de la modélisation des affects dans la littérature. Le premier, appelé EMA a été conçu par Gratch and Marsella [2004a] prenant comme base théorique la théorie de Lazarus and Lazarus [1991]. Il a pris en compte la phase d'évaluation cognitive et la phase d'adaptation. Les différentes relations entre les concepts ont été décrit par des règles et des variables numériques.

II.2. La modélisation informatique des mécanismes émotionnels 43

L'originalité du deuxième modèle ALMA réside en la combinaison de trois théories psychologiques différentes décrivant trois aspects distincts de l'émotion chez l'humain : l'émotion, l'humeur et la personnalité. Ces trois composants exercent une influence importante sur le comportement verbal et non-verbal de l'agent virtuel.

Le troisième modèle utilise les émotions comme étant un composant impactant les relations sociales d'un agent. De plus du rôle social considéré comme une entrée statique, les émotions impactent le comportement de l'agent dans ses relations sociales avec autrui (d'autres agents ou individus).

Afin de mesurer l'apport des modèles affectifs d'un point de vue interaction humain-agent, différentes méthodes expérimentales ont vu le jour. La prochaine sous-section est dédiée aux travaux d'évaluation des modèles affectifs chez les agents virtuels.

II.2.3 Évaluation des mécanismes émotionnels chez les agents conversationnels

Il a été démontré que les émotions qui semblent irrationnelles en surface ont d'importantes fonctions sociales et cognitives, ce qui serait requis par tout système intelligent [Lisetti and Gmytrasiewicz [2002]]. En effet, cet engouement des chercheurs en informatique pour les modèles émotionnels chez les systèmes interactifs et plus précisément chez les agents conversationnels s'expliquerait par les apports éventuels des émotions dans l'expérience utilisateur. Pour cette raison, l'évaluation des modèles affectifs est une étape nécessaire pour la validation de leur impact sur l'utilisateur.

II.2.3.1 L'objet de l'évaluation

Diverses études ont montré que la façon dont les humains réagissent aux agents virtuels ressemble à la façon dont ils réagissent aux humains [Klein et al. [2002]]. Ceci explique le recours à des notions généralement utilisées pour les humains dans le processus d'évaluation d'un agent virtuel que nous allons définir dans cette section.

- La crédibilité : Dans le contexte de l'intelligence artificielle et des jeux vidéo, la crédibilité est liée aux agents (personnages) et est définie par le fait que le personnage semble réel. Compte tenu des différentes définitions de la cré-

dibilité, plusieurs auteurs, provenant de différents domaines, se sont plutôt intéressés à la définition d'un agent crédible. Un agent crédible reste cohérent, avec ses propres objectifs, réactions et émotions, conscients de lui-même et du monde dans lequel il se trouve [Ortony et al. [1988], Bates [1992]].

- L'agréabilité : L'agréabilité transparaît dans le désir de coopération et d'harmonie sociale [Goldberg [1990]]. Les individus agréables portent de l'importance à la cohésion avec autrui et se montrent amicaux, serviables et généreux. Un agent virtuel conversationnel agréable pourrait être défini par sa tendance à être chaleureux et sympathique. Ceci se traduit par une tendance à exprimer des émotions positives et une empathie remarquable.
- La compétence d'un agent virtuel est définie par le bon accomplissement des tâches qui lui ont été attribuées. Dans le cadre d'une interaction dialogique, la justesse et la rapidité définissent un premier niveau de compétence perçue. D'autres notions interviennent implicitement dans la mesure de la compétence perçue comme les émotions socialement adaptées Niewiadomski et al. [2010].

Dans Niewiadomski et al. [2010], les auteurs ont mené une expérimentation avec un assistant virtuel. Les résultats montrent une corrélation élevée entre la crédibilité, la compétence et la convivialité. Cela va dans le sens de Fogg and Tseng [1999] qui a identifié deux dimensions principales de la crédibilité des systèmes intelligents : l'expertise et la bienveillance perçues. Cela signifie que lors de l'évaluation de la crédibilité d'un système, la personne évalue ces deux dimensions pour parvenir à une évaluation globale de la crédibilité. Pour cette raison, la mesure de la crédibilité des agents passe souvent par la mesure de ces deux axes.

II.2.3.2 Les méthodes d'évaluation des modèles affectifs

Les procédures d'évaluation des modèles affectifs peuvent être classés selon deux approches : l'approche comparative et l'approche perceptive. La première approche consiste à comparer les données acquises sur le comportement des agents avec des données humaines. Il s'agit donc d'évaluer la ressemblance entre la réaction générée par le système intelligent dans une situation donnée avec la réaction spontanée d'un humain dans la même situation et dans les mêmes conditions. Gratch and Marsella [2005] ont comparé les variables internes du modèle aux données humaines, évaluent

II.2. La modélisation informatique des mécanismes émotionnels 45

les réponses émotionnelles, mais aussi la valeur des variables d'évaluation et des tendances d'adaptation. Cette méthode est très rarement adoptée vu la difficulté à capturer ces données humaines.

La deuxième approche, qui est plus répandue, consiste à faire appel à des participants pour utiliser le système et évaluer, selon les définitions, les hypothèses. Dans certains protocoles expérimentaux, l'utilisateur répond à un questionnaire pour guider l'utilisateur dans son évaluation [Campano et al. [2013], Ochs et al. [2008]]. Les réponses collectées auprès des participants sont analysées avec des méthodes statistiques ou probabilistes [Conati and Maclaren, 2009].

Dans les travaux de Fung et al. [2016], Zara the Supergirl, un système de dialogue interactif présenté sous la forme d'un agent virtuel, peut reconnaître les émotions des utilisateurs, exprimer des émotions simples et répondre aux émotions des utilisateurs détectées. L'évaluation de ce système de dialogue s'est fait sous la forme d'une interaction en temps réel avec l'utilisateur. Ce dernier devait répondre à un questionnaire qui se divisait en 4 parties : percevoir, utiliser, comprendre, et gérer les émotions. Les participants interagissent avec deux versions de l'agent : un agent émotionnel et un agent non-émotionnel. Les résultats montrent que la version émotionnelle de Zara the Supergirl est perçue plus consciente d'elle-même et plus apte à prendre des décisions Yang et al. [2017]. L'apport principal de cette approche est que l'utilisateur est en interaction directe avec l'agent. Son jugement porte également sur la robustesse du système vu qu'il a le choix de choisir une réponse.

II.2.3.3 L'émotion améliore-t-elle la perception de l'agent ?

Certains chercheurs n'ont pas réussi à valider leurs hypothèses concernant l'impact des mécanismes affectifs, bien qu'il paraissait évident. Lim and Aylett [2007], par exemple, ont montré que leur agent émotionnel offre une meilleure expérience à l'utilisateur mais les résultats obtenus pour l'intelligence perçue ne sont pas significatifs. De même, Prendinger and Ishizuka [2005] n'ont pas validé leur hypothèse quant à l'effet positif d'un agent empathique par rapport à un agent non-empathique.

D'autres chercheurs ont souligné l'importance de la cohérence des émotions exprimées par l'agent. En effet, une étude expérimentale menée par Ochs et al. [2008] met des sujets face à un agent virtuel EDAMS qui exprime des émotions. L'interaction

se déroule en trois phases :

- une phase où l'agent virtuel n'exprime aucune émotion.
- une phase où l'agent virtuel exprime des émotions inadéquates à la situation.
- une phase où l'agent virtuel exprime des émotions empathiques adéquates.

Les résultats de cette étude comparative montre que l'utilisateur préfère la troisième phase de l'interaction aux deux autres. Un deuxième résultat important : la version non émotionnelle de l'agent était mieux acceptée que celle où l'agent exprime des émotions incohérentes.

Beale and Creed [2009] a fournit une méta-analyse sur les différentes expérimentations menées sur l'impact des agents affectifs dans la littérature. Les résultats sont peu concluants et contradictoires : les émotions chez un agent conversationnel peuvent avoir un effet positif ou négatif.

Les auteurs ont essayé d'expliquer ces résultats par de nombreux facteurs : les mécanismes affectifs, l'interaction, les biais expérimentaux, etc. En effet, il est difficile de cerner les facteurs parasites qui pourraient influencer l'évaluation. Un exemple : si l'agent a une apparence humaine et utilise une technique de traitement de langage naturel, l'évaluation de la crédibilité durant l'interaction pourrait être biaisé par l'apparence graphique ou par la langue parlée par l'agent.

Un remède à cette contradiction cité par Beale and Creed [2009] est que le protocole expérimental devrait être séparé en deux étapes :

- La validation des expressions émotionnelles de l'agent
- Mener l'expérience interactive en incorporant les expressions validées.

Un deuxième remède serait de modéliser un mécanisme émotionnel qui prend en compte le contexte et qui donne en sortie des expressions émotionnelles cohérentes avec le contexte.

II.2.4 Conclusion sur les modèles informatiques des émotions

Nous avons présenté une vue d'ensemble des travaux en informatique qui se sont intéressés aux mécanismes émotionnels. Nous nous sommes limités aux deux méthodes de modélisation les plus répandues dans la littérature : la formalisation

logique et la modélisation à base de règles. Nous avons présenté la contribution de certains travaux dans la construction d'un framework logique adapté pour modéliser des émotions. Les modèles à base de règles, quant à eux, nous ont fourni des détails sur les différentes façons d'implémenter les notions d'affect dans des systèmes d'agents virtuels.

La troisième sous-section décrit une revue de littérature sur les variables mesurées dans les expérimentations, les méthodes suivies pour évaluer des modèles informatiques des émotions et les résultats obtenus.

Cette analyse bibliographique nous a permis d'identifier les méthodes de modélisation utilisées dans la littérature ainsi que les caractéristiques de chacune. L'approche inspirée des agents BDI nous permettrait de modéliser le lien de l'agent avec son environnement. La formalisation présente un vrai atout pour avoir des équations claires et indépendantes de l'implémentation. Quant à l'évaluation, la méthode la plus répandue dans la communauté est celle de collectes de réponses d'utilisateurs sur leur perception de la sortie des modèles.

II.3 Positionnement

Les travaux théoriques en psychologie des émotions que nous avons détaillés dans ce chapitre mettent en avant deux points majeurs : (1) l'émotion est un mécanisme heuristique, conduisant l'individu à entreprendre des actions. Ceci est dû au composant motivationnel nommé tendance à l'action qui prépare l'individu à l'action. (2) Le rôle social des émotions réside majoritairement dans la façon dont nous régulons nos réponses émotionnelles. La régulation est donc considérée comme étant un mécanisme complémentaire et nécessaire à la génération d'émotion. Si cette complémentarité est souligné et validée pour les humains, il convient de la prendre en compte dans les systèmes interactifs intelligents inspirés des humains.

Dans la revue de littérature des modèles informatiques que nous avons présenté, ces deux points majeurs sont souvent marginalisés : la modélisation des émotions est souvent décrite en deux étapes : la modélisation de l'évaluation cognitive qui donne lieu à un label émotionnel (joie, peur, etc), et l'adaptation stratégique permettant l'agent de faire face à ses émotions négatives. Le composant motivationnel ainsi

que la régulation, qui est différente de l'adaptation (voir II.1.2), sont souvent absents. L'inclusion de ces deux aspects dans un modèle informatique pour des agents conversationnels pourrait remédier aux résultats mitigés obtenus lors de l'évaluation de certains modèles informatiques (voir II.2.3.3). En effet, modéliser le composant motivationnel des émotions pourrait rendre l'agent plus crédible aux yeux des utilisateurs. De plus, au vu du rôle social conséquent de la régulation émotionnelle, ce mécanisme pourrait conduire à des agents perçus comme étant sociaux et compétents.

Malgré ces divergences quant au socle théorique choisi, les travaux de modélisation informatique nous éclairent sur les différentes méthodes pour traduire des notions psychologiques en un modèle informatique. Les travaux basés sur la formalisation ont permis de construire des outils (les opérateurs logiques, la syntaxe, etc) facilitant la prise en compte de notions émotionnelles et leurs mécanismes sous-jacents : les liens de causalité, l'aspect quantitatif des émotions, etc. Nous pensons alors qu'il serait judicieux de les utiliser afin de décrire notre approche de l'affect. Les modèles à base de règles, quant à eux, fournissent une approche plus technique pour implémenter les notions psychologiques (exemple AffectML). Le lien avec l'expression des émotions est également plus présent que dans les modèles formels. Dans notre vision, il serait intéressant de réunir ces deux avantages dans un modèle décrit formellement et implémenté dans une architecture d'agent composé de plusieurs modules indépendants.

Quant aux travaux d'évaluation, nous tirons trois conclusions primordiales : (1) La crédibilité des agents conversationnels étant une variable difficilement mesurable, il est possible de la représenter comme étant la combinaison de deux notions (la compétence et l'agréabilité). (2) Il est inévitable de construire un protocole expérimental échelonné en plusieurs études expérimentales afin de s'assurer de l'exactitude de l'objet de l'étude et de la gestion des éventuels biais expérimentaux. (3) L'impact souhaité de l'ajout des chez les agents virtuels n'est pas toujours obtenu. Une raison possible est l'omission des mécanismes de régulation qui permettent la prise en compte du contexte social.

TEATIME : Modèle affectif de tendances à l'action

Sommaire

III.1 Vue d'ensemble sur le modèle	50
III.2 La syntaxe	51
III.3 Les règles d'évaluation cognitive	54
III.3.1 Désirabilité et motivation	55
III.3.2 Contrôlabilité	56
III.3.3 Certitude	57
III.3.4 Nature du problème	57
III.3.5 Les règles de génération de la tendance à l'action	57
III.4 Modèle de régulation	58
III.4.1 Les stratégies de régulation émotionnelle dans le modèle .	60
III.4.2 La réévaluation cognitive :	61
III.4.3 Régulation de la cause :	63
III.4.4 La suppression de la réponse	63
III.4.5 Le choix de la stratégie de régulation émotionnelle	63
III.5 Discussion	66
III.6 Implémentation du modèle dans l'architecture RETORIK	71
III.6.1 Introduction à l'architecture RETORIK	71
III.6.2 Intégration du modèle TEATIME dans RETORIK	76
III.6.3 Limites de l'implémentation RETORIK-TEATIME	79
III.7 Conclusion	80

Nous avons présenté dans le chapitre précédent une vue d'ensemble sur les théories émotionnelles en psychologie ainsi qu'un résumé de quelques travaux connexes en informatique affective. Ce travail bibliographique nous a éclairé sur l'approche que nous allons adopter pour construire notre modèle affectif.

Le premier axe que nous avons identifié correspond à l'importance du composant motivationnel dans le processus affectif. Ce composant permet de faire le lien entre la génération des émotions et la préparation à effectuer des actions "émotionnelles".

Le deuxième correspond à la régulation émotionnelle : ce mécanisme complémentaire à la génération des émotions et qui est largement présent dans les interactions humaines.

Le présent chapitre présente en détail notre approche de la modélisation de ces deux mécanismes affectifs chez des agents conversationnels. Il comporte deux sections principales : La première section est consacrée à la description formelle du modèle en détaillant la syntaxe et les opérateurs utilisés. La deuxième décrit l'implémentation du modèle dans un système de dialogue industriel que nous détaillerons.

III.1 Vue d'ensemble sur le modèle

Nous présentons un modèle affectif nommé TEATIME (Talking Experts with an Action Tendency Mechanism) qui décrit le mécanisme d'évaluation cognitive selon la théorie des tendances à l'action, ainsi que la régulation émotionnelle. Il prend en entrée un stimulus qui reflète un changement dans le monde extérieur et donne en sortie une tendance à l'action.

Une vue d'ensemble du modèle est décrit dans la figure III.5.

La première étape est de représenter le stimulus dans l'état du monde selon les désirs et les croyances de l'agent. C'est ce qui permettrait de mesurer la pertinence de l'évènement.

La deuxième correspond à l'évaluation cognitive. Cette étape permet d'attribuer une valeur émotionnelle globale au stimulus. Conformément aux théories cognitives, la phase d'évaluation correspond au calcul de certaines variables d'évaluation. Nous

nous sommes basé sur la théorie de Roseman [2011] pour choisir les variables d'évaluation que le modèle prendra en compte ainsi que la méthode de calcul de chaque valeur.

Chaque combinaison de valeurs de variables d'évaluation cognitive donne ce que Roseman [2011] appelle un "syndrome émotionnel" ayant les composants suivants : phénoménologique, physiologique, expressive, comportemental et motivationnel. Ces composants s'inscrivent dans un objectif émotionnel qu'il a nommé "stratégie émotionnelle" ou ES sur le schéma III.5. Afin de réaliser l'objectif lié à une stratégie émotionnelle donnée, il existe généralement de nombreuses actions possibles. L'agent aura donc tendance à effectuer une action.

Le choix parmi les tendances d'une seule stratégie émotionnelle se fait, en premier lieu, d'une façon aléatoire. Le mécanisme de régulation intervient ensuite pour réguler cette tendance si c'est nécessaire, avant de l'exprimer.

III.2 La syntaxe

Agents, faits et actions Soit un ensemble fini de faits atomiques $\mathcal{F} = \{\varphi_1, \varphi_2, \dots\}$, \mathcal{ACT} un ensemble fini d'actions $\mathcal{ACT} = \{a, b, \dots\}$ et \mathcal{AGT} un ensemble fini d'agents $\mathcal{AGT} = \{i, j, \dots\}$. \mathcal{F} , \mathcal{ACT} et \mathcal{AGT} sont dépendants du domaine d'application.

Nous désignons par $PossibleAct_i$ l'ensemble des actions que l'agent i est capable d'effectuer, $PastAct_i$ les actions effectués par l'agent i dans le passé.

Dans la suite, nous utilisons les opérateurs booléens dans leur définition classique : \top , \perp , \wedge , \vee , \iff et \implies .

Plans, conditions et actions Pour tout fait φ , nous définissons un ensemble fini \mathcal{PL}_φ composé d'actions qui permettent que le fait φ soit vrai. Pour que le fait soit vrai, le plan doit être achevé. La formule Can décrit que l'action a appartient au plan du fait φ .

$$Can(a, \varphi) \iff \exists p \in \mathcal{PL}_\varphi \text{ tq } a \in p$$

Il est possible que, pour qu'un fait φ soit vrai, il faut qu'un ou plusieurs autres

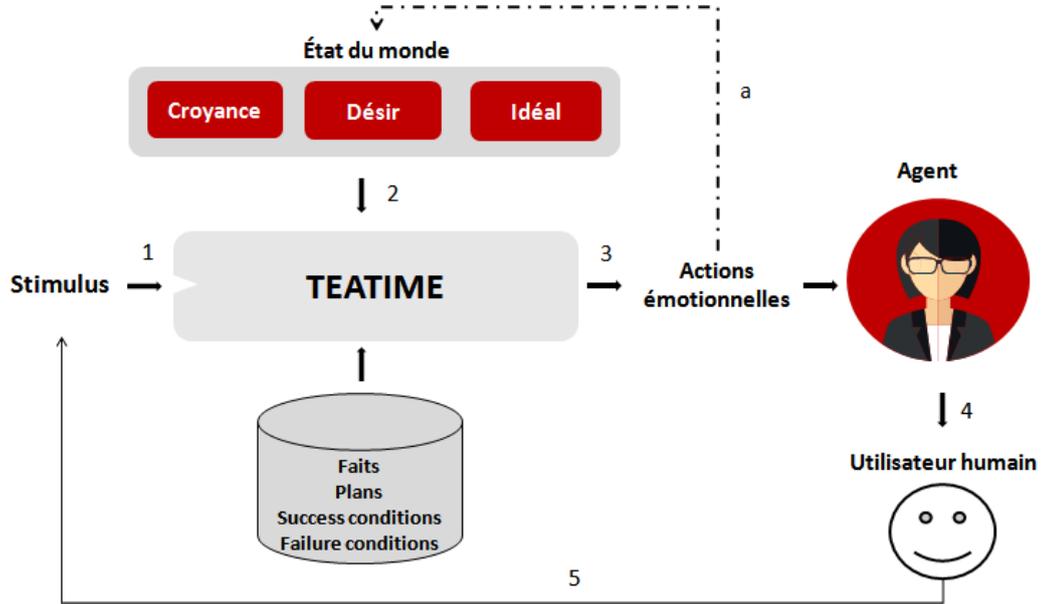


FIGURE III.1 – Architecture globale du modèle TEATIME

(1) La conversion du stimulus venant de l'utilisateur en fait ; (2) Évaluation cognitive suivant l'état du monde et la base des faits ; (3) Génération d'actions émotionnelles ; (4) Expression des actions émotionnelles pendant un dialogue (5) L'utilisateur génère un autre stimulus ; (a) Extension possible du modèle : mise à jour de l'état du monde après action.

faits $\{\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_n\}$ soient vrais. Nous appelons cet ensemble $SuccessCond^\varphi$.

$$\varphi \iff \forall \psi \in SuccessCond^\varphi \wedge \psi$$

Nous définissons également un autre ensemble fini de faits atomiques qui empêcheraient que le fait φ soit vrai que nous noterons $FailureCond^\varphi$. Il suffit qu'un fait appartenant aux conditions d'échec de φ , pour que le fait soit faux.

$$\varphi \iff \forall \psi \in FailureCond^\varphi, \neg \psi$$

État du monde La première étape est de représenter le stimulus dans le monde. Pour cela, nous nous sommes basés sur les logiques BDI (Cohen and Levesque [1990],

Rao and Georgeff [1991]). Nous avons choisi trois opérateurs décrivant le monde du point de vue de l'agent : les croyances, les désirs et les idéaux.

- Les croyances : les faits que l'agent croit vrais dans son monde.
- les désirs "appétitifs" : les faits que l'agent désire qu'ils soient vrais dans son monde.
- les désirs "aversifs" : les faits que l'agent désire qu'ils **ne** soient **pas** vrais dans son monde.
- les idéaux : les faits représentant les règles sociales auxquelles l'agent est soumis.

Ces derniers ont également été utilisés chez Adam et al. [2009] pour désigner les normes du groupe social auquel appartient l'agent. Ces trois ensembles sont des entrées du modèle et sont propres à chaque agent.

Comme dans les systèmes basés sur la logique BDI, nous définissons les opérateurs suivants :

- $Bel_i\varphi$ décrit une croyance de l'agent i et se lit " l'agent i croit que φ est vrai.",
- $Des_i\varphi$ décrit un désir appétitif de l'agent et se lit "l'agent i désire φ .",
- $Des_i\neg\varphi$ décrit un désir aversif de l'agent et se lit "l'agent i désire que φ ne soit pas vrai."
- $Ideal_i\varphi$ se lit "L'agent i a pour idéal φ ".

Les stratégies émotionnelles Elles sont définies comme étant un ensemble systématique de méthodes pour s'adapter aux opportunités et aux difficultés que l'individu rencontre. Les stratégies utilisées dans ce modèle sont listées ci-dessous :

- PREPARE TO MOVE TOWARD IT
- MOVE TOWARD IT
- STOP MOVING AWAY FROM IT
- PREPARE TO MOVE AWAY FROM IT
- MOVE AGAINST IT
- MOVE IT AWAY
- STOP MOVING TOWARD IT
- MOVE AWAY FROM IT

54 Chapitre III. TEATIME : Modèle affectif de tendances à l'action

Chaque stratégie émotionnelle contient un ensemble de tendances à l'action. Prenons l'exemple du dégoût. La stratégie émotionnelle relative au dégoût est de déplacer la source de dégoût "*move it away from you*". Cette stratégie pourrait se traduire par la tendance à l'action de rejeter cette source. L'ensemble des stratégies émotionnelles \mathcal{ES} est un ensemble fini indépendant du domaine. Les stratégies incluses dans l'ensemble \mathcal{ES} sont listées ci-dessous. Le "IT" fait référence à la cause du stimulus.

Les tendances à l'action Une tendance à l'action se traduit par l'intention de l'individu à accomplir une action donnée pour répondre à une stratégie émotionnelle. Nous définissons l'opérateur *Tend* comme suit :

- $Tend_i(a, S, j)$: La formule *Tend* décrit que l'agent i a la tendance d'effectuer l'action a qui appartient à une stratégie émotionnelle S et orientée vers un agent i .

Dans le modèle TEATIME, certaines actions sont liées aux stratégies émotionnelles utilisées. Ces actions seront notées \mathcal{AT} ; c'est un sous ensemble de \mathcal{ACT} . Nous distinguons alors les sous-ensembles AT_S^i qui regroupent les actions répondant à une stratégie émotionnelle S et orientées vers j . Ces actions ont la particularité d'avoir une intensité. Pour indiquer qu'une action est plus intense qu'une autre, nous écrivons :

$$at1_S^i < at2_S^i$$

Un exemple : la tendance à l'action de "blesser l'autre" ainsi que la tendance à "critiquer l'autre" s'inscrivent dans la stratégie émotionnelle "Move Against" orienté vers l'autre. La tendance à blesser l'autre est très souvent plus intense que celle de critiquer l'autre.

III.3 Les règles d'évaluation cognitive

Les variables d'évaluation cognitive calculées dans ce modèle sont : La causalité *Cause*, la désidérabilité notée *Desir*, La nature de la motivation notée *Motive*, la contrôlabilité notée *Control*, la certitude notée *Cert* et la nature du problème *Prob*.

III.3.0.1 Causalité

La variable d'évaluation cognitive "causalité" désigne l'acteur qui est la cause qu'un fait soit vrai. Dans notre modèle, il s'agit de l'acteur des actions constituant la recette. La variable de causalité prend la valeur *self* dans le cas où l'agent est l'acteur des actions sinon *other*. Si le fait n'a pas de recette ou que l'acteur des actions est inconnu, la variable causalité prend la valeur "circonstances".

$$Cause(i, \varphi) = \begin{cases} i & \exists P \in \mathcal{PL}_\varphi \text{ tq } P \in PastAct_i \\ circ & \text{sinon.} \end{cases}$$

III.3.1 Désirabilité et motivation

La variable désirabilité *Desir* représente le lien entre un fait φ perçu par l'agent et ses différents désirs. Elle est nulle si le fait ϕ n'est pas un désir (appétitif ou aversif) ou il n'appartient à aucune liste de conditions (de succès ou d'échec) d'un désir.

Elle est positive si le fait φ appartient aux désirs appétitifs de l'agent ou s'il existe un désir appétitif tel que φ appartient à ses conditions de succès ou qu'il existe un désir aversif tel que φ appartient à ses conditions d'échec.

Elle est négative si le fait φ appartient aux désirs aversifs de l'agent ou s'il existe un désir appétitif tel que φ appartient à ses conditions d'échec ou qu'il existe un désir aversif tel que φ appartient à ses conditions de succès.

$$Desir(i, \varphi) = +ssi : \begin{cases} Des_i\varphi \\ \exists \phi \text{ tq } Des_i\phi \text{ et } \varphi \in SuccessCond^\phi \\ \exists \phi \text{ tq } Des_i\neg\phi \text{ et } \varphi \in FailureCond^\phi. \end{cases}$$

$$Desir(i, \varphi) = -ssi : \begin{cases} Des_i\neg\varphi \\ \exists \phi \text{ tq } Des_i\neg\phi \text{ et } \varphi \in SuccessCond^\phi \\ \exists \phi \text{ tq } Des_i\phi \text{ et } \varphi \in FailureCond^\phi \end{cases}$$

$$— Desir(i, \varphi) = 0 \text{ sinon}$$

La variable d'évaluation cognitive de motivation *Motive* n'est calculée que lorsque la désirabilité du fait φ n'est pas nulle. Elle spécifie la nature du désir que le fait φ a impacté. Elle est positive si le fait est pertinent par rapport à un désir appétitif. Elle est négative si le fait est pertinent pour un désir aversif.

$$\begin{aligned}
 \text{---} \\
 Motive(i, \varphi) = +ssi : & \begin{cases} Des_i \varphi \\ \exists \phi \text{ tq } Des_i \phi \text{ et } \varphi \in SuccessCond^\phi \\ \exists \phi \text{ tq } Des_i \phi \text{ et } \varphi \in FailureCond^\phi \end{cases} \\
 \text{---} \\
 Motive(i, \varphi) = -ssi : & \begin{cases} Des_i \neg \varphi \\ \exists \phi \text{ tq } Des_i \neg \phi \text{ et } \varphi \in SuccessCond^\phi \\ \exists \phi \text{ tq } Des_i \neg \phi \text{ et } \varphi \in FailureCond^\phi \end{cases}
 \end{aligned}$$

III.3.2 Contrôlabilité

La contrôlabilité est, telle qu'elle est définie par Frijda, la possibilité d'effectuer un changement dans la situation perçue.

Cette variable est calculée chez Roseman [2011] seulement pour les stimuli indésirables. Cette variable d'évaluation cognitive définit si l'agent est capable d'agir ou de s'adapter à un stimulus φ .

Si le stimulus est indésirable, nous calculons si l'agent est capable d'accomplir une action envers la cause du stimulus répondant à une tendance à l'action permettant de modifier le stimulus ou modifier la perception. Selon Roseman [2011], deux stratégies émotionnelles particulières regroupent des actions pouvant changer le stimulus : se déplacer contre (move against) et déplacer la source loin (move it away from you). S'il existe une action répondant à l'une de ces stratégies, la contrôlabilité est positive. Sinon elle est négative.

$$\begin{aligned}
 \text{---} \quad Control(i, \varphi) = + \text{ si} \\
 \begin{cases} \exists a \in AT_{MOVE AGAINST}^{Cause(i, \varphi)} \text{ tq } a \in PossibleActs_i \\ \exists a \in AT_{MOVE IT AWAY}^{Cause(i, \varphi)} \text{ tq } a \in PossibleActs_i \end{cases}
 \end{aligned}$$

— $\text{Control}(i, \varphi) = -$ sinon.

III.3.3 Certitude

La certitude de l'événement perçu est calculée selon les croyances de l'agent. Si le stimulus appartient aux croyances de l'agent, la certitude est positive.

Un événement désirable mais incertain entraîne l'espoir et la stratégie de se préparer à se déplacer envers la source. Un événement indésirable incertain entraîne la peur et la stratégie de se préparer à s'enfuir/ s'éloigner de la source.

$$\text{Cert}(i, \varphi) = \begin{cases} + & \text{si } \text{Bel}(\varphi) \\ - & \text{sinon} \end{cases}$$

III.3.4 Nature du problème

Cette variable d'évaluation cognitive calcule la nature de problème. Elle n'est calculé, dans le modèle de Roseman [2011], que pour les stimulus indésirables. Elle identifie la relation que a l'individu avec l'événement : Elle intrinsèque lorsque le stimulus est indésirable. Elle est instrumentale lorsque le stimulus empêche la réalisation d'un désir appétitif ou contribue à la réalisation d'un désir aversif.

$$\text{Prob}(i, \varphi) = \begin{cases} \text{Instrumental} & \text{si } \begin{cases} \exists \phi \text{ tq } \text{Des} \neg \phi \text{ et } \varphi \in \text{SuccessCond}^\phi \\ \text{ou } \text{Des} \phi \text{ et } \varphi \in \text{FailureCond}^\phi \end{cases} \\ \text{Intrinsic} & \text{si } \text{Des} \neg \varphi \end{cases}$$

III.3.5 Les règles de génération de la tendance à l'action

La combinaison des variables d'évaluation cognitive donnent une tendance à l'action répondant à la stratégie déclenchée. Le tableau III.2, basé sur le modèle théorique de Roseman [2011], détaille les différentes combinaisons de valeurs de variables

d'évaluation cognitive et la réponse résultante. Dans le tableau III.2, nous avons résumé les résultats des combinaisons avec les labels émotionnels correspondants. Ces labels son présents à titre indicatif et ne jouent aucun rôle dans le calcul des réponses émotionnelles.

Par exemple, l'agent i tend à effectuer une action appartenant à la stratégie émotionnelle MOVE AWAY FROM s'écrit $Tend(a, MOVE_{AWAY_FROM}, Cause(i, \varphi))$ et est calculé comme suit :

$$(Desir(i, \varphi) = -) \wedge (Motive(i, \varphi) = -) \wedge (Control(i, \varphi) = -) \wedge (Cert(i, \varphi) = +)$$

III.4 Modèle de régulation

En se basant sur la littérature, nous avons d'abord défini les différentes situations dans lesquelles l'agent décide de réguler ses émotions. Dans ces situations, un évènement déclencheur entraîne la génération d'une tendance à l'action qui pourrait être régulée. Les facteurs de la régulation sont nombreux. Nous distinguons les facteurs personnels qui sont liés aux tendances personnelles à réguler les émotions afin d'améliorer le bien-être de l'individu et les facteurs socio-stratégiques qui ont pour but d'être conformes aux normes sociales et d'être en adéquation avec les buts de l'interaction. Ici, nous allons nous intéresser au deuxième type de facteurs : les facteurs socio-stratégiques. La raison principale de ce choix est que l'agent est en interaction continue avec un utilisateur. Ces facteurs sont au nombre de deux :

- **Les facteurs liés aux normes sociales** : qui sont les règles sociales relatives au rôle social de l'agent, à son environnement et aux objectifs sociaux de l'agent. . Elles sont fixes et propres à l'interaction. Elles sont modélisées dans le modèle TEATIME par des faits atomiques faisant partie de l'ensemble des idéaux \mathcal{I} et par l'opérateur BDI $Ideal_i\varphi$ se lit "L'agent i a pour idéal φ ".
- **Les facteurs liés à la stratégie** : si une ou plusieurs conséquences d'une action est désirable/indésirable par rapport à un objectif de l'agent, l'agent déciderait de réguler sa tendance à effectuer cette action. Ce facteur est modélisé par le prédicat $strat_i(at)$ qui prend une valeur discrète selon le lien

Desir	Control	Motive	Cert	Prob	Strategy	Cause	Emotion
-	-	*	*	*	MOVE AWAY FROM	self	Regret
-	-	*	*	*	MOVE AWAY FROM	other	Dislike
-	-	-	+	*	MOVE AWAY FROM	circ	distress
-	-	*	-	*	PREPARE TO MOVE AWAY FROM	circ	Fear
-	-	+	+	*	STOP MOVING TOWARD	circ	sadness
-	+	*	*	<i>Intrinsic</i>	MOVE IT AWAY	self	shame
-	+	*	*	<i>Intrinsic</i>	MOVE IT AWAY	other	contempt
-	+	*	*	<i>Intrinsic</i>	MOVE IT AWAY	circ	disgust
-	+	*	*	<i>Instrumental</i>	MOVE AGAINST	self	guilt
-	+	*	*	<i>Instrumental</i>	MOVE AGAINST	other	anger
-	+	*	*	<i>Instrumental</i>	MOVE AGAINST	circ	frustration
+	+	*	*	*	MOVE TOWARD	self	pride
+	+	*	*	*	MOVE TOWARD	other	love
+	*	-	*	*	STOP MOVING AWAY	circ	relief
+	*	-	+	*	MOVE TOWARD	circ	joy
+	-	*	-	*	PREPARE TO MOVE TOWARD	circ	hope

TABLE III.2 – Tableau récapitulant des combinaisons de valeurs de variables d'évaluation cognitive, la stratégie émotionnelle résultante et le label émotionnel correspondant

entre l'action et le désir impacté. Il est calculé comme suit :

$$strat_i(at) = \begin{cases} 1 & \text{si } \exists \phi tq \neg Des_i\phi \text{ et } tq at \in Pl(\phi) \\ 2 & \text{si } \exists \phi tq \neg Des_i\phi \text{ et } tq at \in Pl(\psi) \text{ et } \psi \in SuccessCond(\phi) \\ .. & .. \\ n & .. \\ 0 & \text{Sinon} \end{cases}$$

Nous vérifions la cohérence de la ou les tendance(s) à l'action générée(s) at par le modèle TEATIME avec les normes sociales et les buts stratégiques de l'agent. Nous ne nous considérons que la régulation émotionnelle qui a pour but de diminuer la réponse initiale de l'agent. Nous avons fait ce choix car la plupart des épisodes de régulation ont pour but de diminuer l'intensité des émotions ressenties. Dans les cas où les individus régulent afin d'augmenter leur expression émotionnelle, il ne s'agit pas d'émotions ressenties mais une conformité aux normes sociales. Ces expressions ne sont donc pas issus d'une évaluation cognitive de l'évènement. $regul_i(at)$ signifie que l'agent aura tendance à diminuer sa réponse émotionnelle et est calculée comme suit :

$$(Ideal_i\phi \wedge Can(at, \neg\phi)) \vee (strat_i(at) > 0) \implies regul_i(at)$$

Une tendance à l'action at doit être régulée si elle impact indirectement un ou plusieurs désir(s) de l'agent ou si elle n'est pas conforme à un ou plusieurs idéaux.

III.4.1 Les stratégies de régulation émotionnelle dans le modèle

Conformément aux travaux en psychologie des émotions cités dans le chapitre II, nous distinguons dans notre modèle deux grandes catégories de stratégies de régulation :

- **Les stratégies de l'antécédent** : Elles visent à modifier un élément du processus d'évaluation cognitive pour avoir une nouvelle réponse émotionnelle. Parmi elles la réévaluation cognitive qui se traduit par reconsidérer ou

changer de perspectives sur une situation émotionnelle de manière à changer sa signification émotionnelle. Ainsi, Un stimulus externe peut générer des émotions agréables ou désagréables selon qu'elles soient jugées compatibles ou non avec les objectifs de l'individu [McRae [2016]].

- **Les stratégies de réponses** : Il s'agit de modifier la réponse émotionnelle directement à la sortie du système émotionnel sans modifier le processus d'évaluation cognitive. Dans notre cas, nous considérons deux stratégies faisant partie de cette catégorie : la modification de la direction de l'action et la suppression de la réponse.

III.4.2 La réévaluation cognitive :

La réévaluation cognitive a pour but de modifier la réponse émotionnelle résultante. Elle fait partie des stratégies de régulation de l'antécédent. La génération de cette nouvelle réponse émotionnelle nécessite un deuxième calcul d'une ou plusieurs variables d'évaluation cognitive donc une réévaluation cognitive. Cette stratégie permet de changer de perspectives quant à un stimulus et ce en prenant en considération les objectifs de l'individu [McRae [2013]]. Pour cette raison, dans notre modèle, la réévaluation cognitive consiste à calculer une deuxième fois les deux variables d'évaluation cognitive qui prennent en considération la pertinence du stimulus pour l'agent : la désirabilité et la motivation. Le re-calcul de la désirabilité se traduit par la recherche d'un autre objectif (appétitif ou aversif) de l'agent sur quoi le stimulus a un impact indirect (positif ou négatif). Dans notre modèle, cela se traduit par le calcul d'un lien indirect moyennant les conditions de succès ou les conditions d'échec, entre le stimulus initial et les désirs de l'agent. Si le stimulus contribue indirectement à un désir appétitif de l'agent ou empêche indirectement un désir aversif, la désirabilité de régulation prend une valeur positive et la motive prend comme valeur la nature du désir impacté. Dans le cas d'une réponse émotionnelle positive à réguler, la désirabilité de régulation peut prendre une valeur négative (stimulus contribue à un désir aversif ou empêche indirectement un désir appétitif).

Calcul de la réévaluation cognitive Les deux variables d'évaluation cognitive se calculent comme suit :

62 Chapitre III. TEATIME : Modèle affectif de tendances à l'action

— **La désirabilité :**

$$Desir_reg_i\varphi = + si \begin{cases} \varphi \in Successcond^\psi \wedge \psi \in SuccessCond^\Phi \text{ avec } Des_i\Phi \\ \varphi \in Successcond^\psi \wedge \psi \in FailureCond^\Phi \text{ avec } \neg Des_i\Phi \end{cases}$$

$$Desir_reg_i\varphi = - si \begin{cases} \varphi \in Successcond^\psi \wedge \psi \in FailureCond^\Phi \text{ avec } Des_i\Phi \\ \varphi \in Successcond^\psi \wedge \psi \in SuccessCond^\Phi \text{ avec } \neg Des_i\Phi \end{cases}$$

$$Desir_reg_i\varphi = 0 \text{ sinon}$$

— **La motivation ou motive :** La motive est la variable mesurant la nature du but impacté (aversif ou appétitif). Elle calculée si la désirabilité est non nulle.

Dans la régulation, cette variable peut atténuer l'expression de la tristesse.

$$Motive_reg_i\varphi = + si \begin{cases} \varphi \in Successcond^\psi \wedge \psi \in SuccessCond^\Phi \text{ avec } Des_i\Phi \\ \varphi \in Successcond^\psi \wedge \psi \in FailureCond^\Phi \text{ avec } Des_i\Phi \end{cases}$$

Le re-calcul de la désirabilité et la motive donne suite à un nouveau calcul d'une stratégie émotionnelle. Nous rappelons que les tendances à l'action dans une même stratégie émotionnelle sont classées par intensité. Une réévaluation cognitive peut conduire à une atténuation de réponse en choisissant une tendance à l'action avec une intensité moindre.

Nous écrivons :

$$\begin{aligned} tend(at^1, S, Cause(i, \varphi)) \wedge (at^2 \in \mathcal{AT}_S^{Cause(i, \varphi)} \wedge (at^2 < at^{21})) \\ \implies tend(at^2, S, Cause(i, \varphi)) \end{aligned}$$

Stimulus initialement indésirable : Si la nouvelle stratégie émotionnelle résultante d'une réévaluation cognitive est positive, la réponse initiale est atténuée, c'est à dire une deuxième tendance à l'action avec une intensité moins importante est choisie.

III.4.3 Régulation de la cause :

Il s'agit d'une stratégie de régulation de la réponse. En effet, le changement de la cause entraîne la suppression de la réponse initiale et son remplacement par une réponse dirigée vers une destination moins "importante" socialement, *c'est à dire* les circonstances. En effet, l'expression de la colère, par exemple, envers autrui ou envers soi-même peut prendre une forme peu acceptable dans un contexte d'interaction sociale. Une solution envisagée est de re-dirigée cette expression vers "les circonstances". Cette stratégie est très souvent employée dans la vie quotidienne malgré l'existence de travaux qui ont montré son inefficacité en terme d'expérience émotionnelle et de bien-être [Nezlek and Kuppens \[2008\]](#), [Gross \[2001\]](#).

Dans notre modèle, cette stratégie est choisie dans le cas où la cause initiale est différente de *Circ*. Dans ce cas, la tendance à l'action choisie appartient à la même stratégie émotionnelle, a la même intensité mais orientée vers *Circ*.

III.4.4 La suppression de la réponse

Il s'agit de la suppression de l'expression (verbale ou non-verbale) de l'émotion. C'est donc une stratégie de régulation de réponse. Bien que cette stratégie n'est pas efficace quant au bien-être de l'individu, elle reste présente dans plusieurs cultures [Gross \[1998\]](#). Dans notre modèle, elle est choisie dans le cas où les autres stratégies ne sont pas possibles (pas de réévaluation cognitive, manque de tendances à l'action avec une intensité faible, etc.).

III.4.5 Le choix de la stratégie de régulation émotionnelle

Dans le cas où le stimulus est indésirable De nombreuses études expérimentales se sont intéressées à la comparaison des stratégies de régulation émotionnelle et ont souligné le lien entre la "contrôlabilité" de la situation et le choix de la stratégie de régulation [[Aldao et al. \[2010\]](#), [McRae \[2013\]](#), [Troy et al. \[2013\]](#)]. Un des résultat pertinent était d'affirmer que la régulation par la réévaluation cognitive est plus efficace quand la situation qui a causé l'émotion n'est pas contrôlable.

Dans notre modèle, nous calculons la contrôlabilité comme suit :

64 Chapitre III. TEATIME : Modèle affectif de tendances à l'action

$$Control(\varphi) = +si \begin{cases} \exists a \in AT_{MOVE\ AGAINST}^{Cause(i,\varphi)} tq a \in PossibleActs_i \\ ou \exists a \in AT_{MOVE\ IT\ AWAY}^{Cause(i,\varphi)} tq a \in PossibleActs_i \end{cases}$$

Control(φ) = - sinon.

La contrôlabilité se traduit par l'existence d'une ou plusieurs actions possibles de l'agent qui répond(ent) à la stratégie émotionnelle $MOVE_{AGAINST}$ ou $MOVE_{ITAWAY}$ suivant le stimulus φ .

En nous basant sur ces affirmations en psychologie des émotions, nous avons établi l'algorithme de choix de stratégie de régulation comme suit :

Algorithm 1 Choix de stratégie de régulation : cas stimulus indésirable

```
checkControllability( $\varphi$ )
if ( $Control = -$ )  $\wedge$  ( $checkReappraisal = true$ )  $\wedge$  ( $checkIntensity = true$ )
then
    doReappraisal( $\varphi$ )
    reduceIntensity( $\varphi$ )
else if ( $Control = +$ )  $\wedge$  ( $checkCause = true$ ) then
    changeCause( $i, \varphi$ )
else
    suppressResponse( $\varphi$ )
```

CheckControllability Cette méthode permet de vérifier la contrôlabilité du stimulus φ .

CheckIntensity Cette méthode permet de vérifier s'il existe une tendance à l'action dirigée vers la même direction et faisant partie de la même stratégie émotionnelle qui aurait une intensité moindre que celle choisie.

CheckCause Cette méthode permet de vérifier si on est dans les deux cas suivants :

- $Cause(i, \varphi) = Self$
- $Cause(i, \varphi) = Other$

Si c'est le cas, la direction de l'action vers les circonstances pourrait atténuer la réponse émotionnelle.

CheckReappraisal Cette méthode permet de vérifier s'il existe :

- un désir appétitif ψ de l'agent où le stimulus φ contribue indirectement (une condition de succès d'une condition de succès de ψ).
- un désir aversif ψ de l'agent où le stimulus φ contribue indirectement à son échec (une condition de succès d'une condition d'échec de ψ).
- un désir aversif ψ de l'agent où le stimulus φ contribue indirectement à son échec (une condition d'échec d'une condition de succès de ψ).

Si c'est le cas, la réévaluation cognitive peut être faite.

reduceIntensity Cette méthode renvoie une deuxième tendance à l'action avec une intensité moins importante que la première.

changeCause Cette méthode renvoie une deuxième tendance à l'action orientée vers "Circ".

doRappraisal La réévaluation cognitive donne une deuxième stratégie émotionnelle "plus positive". La tendance à l'action choisie dans ce cas est celle qui a l'intensité la moins importante.

suppressResponse La réponse émotionnelle est supprimée et le dialogue orienté-tâche continue normalement.

Dans le cas où le stimulus est désirable Comme mentionné plus tôt, la régulation émotionnelle est un phénomène social. Bien que la plupart des études expérimentales se sont focalisées sur le lien entre la régulation des émotions et le bien-être individuel, la raison principale pour laquelle nous régulons est plus liée à une stratégie sociale ou personnelle [Campos et al. [2011]].

Par ailleurs, dans les situations à désirabilité positive, certaines expressions ne sont pas adéquates dans certains contextes (Sauter de joie dans un contexte client, exprimer la fierté, etc.). La régulation dans ce cas est purement sociale et ne touche

66 Chapitre III. TEATIME : Modèle affectif de tendances à l'action

pas le bien-être de la personne. En effet, l'individu cherche constamment à atténuer les expériences émotionnelles négatives et maintenir ou intensifier une expérience émotionnelle positive. Or, la réévaluation cognitive est une démarche "coûteuse" et "consciente" que l'individu entreprend pour arriver à un état émotionnel neutre ou positif. Cette stratégie ne semble donc pas correspondre aux émotions positives.

La régulation, dans ce cas, tente d'atténuer l'expression de l'émotion (cacher sa joie par ex.) en choisissant, si c'est possible, une tendance à l'action moins intense. Sinon la réponse émotionnelle est supprimée.

Algorithm 2 Choix de stratégie de régulation : cas stimulus désirable

```
if (checkIntensity = true) then
    reduceIntensity( $\varphi$ )
else
    suppressResponse( $\varphi$ )
```

III.5 Discussion

L'approche BDI Les approches BDI ont été largement utilisées chez les agents émotionnels et adaptées aux concepts psychologiques. Traditionnellement, un agent BDI est décrit par ses croyances, ses désirs et ses intentions. Pour notre part, la notion d'intention n'est pas pertinente. Bien que nous avons défini un ensemble d'actions \mathcal{ACT} , les actions que nous considérons dans le calcul sont de nature émotionnelle (tendance à l'action extraite de la littérature). Les intentions, appliquées dans ces cas, se chevaucheraient avec les tendances à l'action. La principale différence, à notre avis, est que l'intention est généralement une motivation rationnelle à accomplir une tâche, tandis que la tendance à l'action est un composant affectif, ce qui dénote une certaine impulsivité et une irrationalité.

Dans notre modèle, nous avons également pris en considération, les idéaux. Nous avons défini cet ensemble comme étant des règles auxquelles l'agent est soumis. La prise en compte de ces composants nous a permis de construire un modèle de régulation sociale. Les idéaux ont également été pris en considération dans des travaux antérieurs [Adam et al. [2009]].

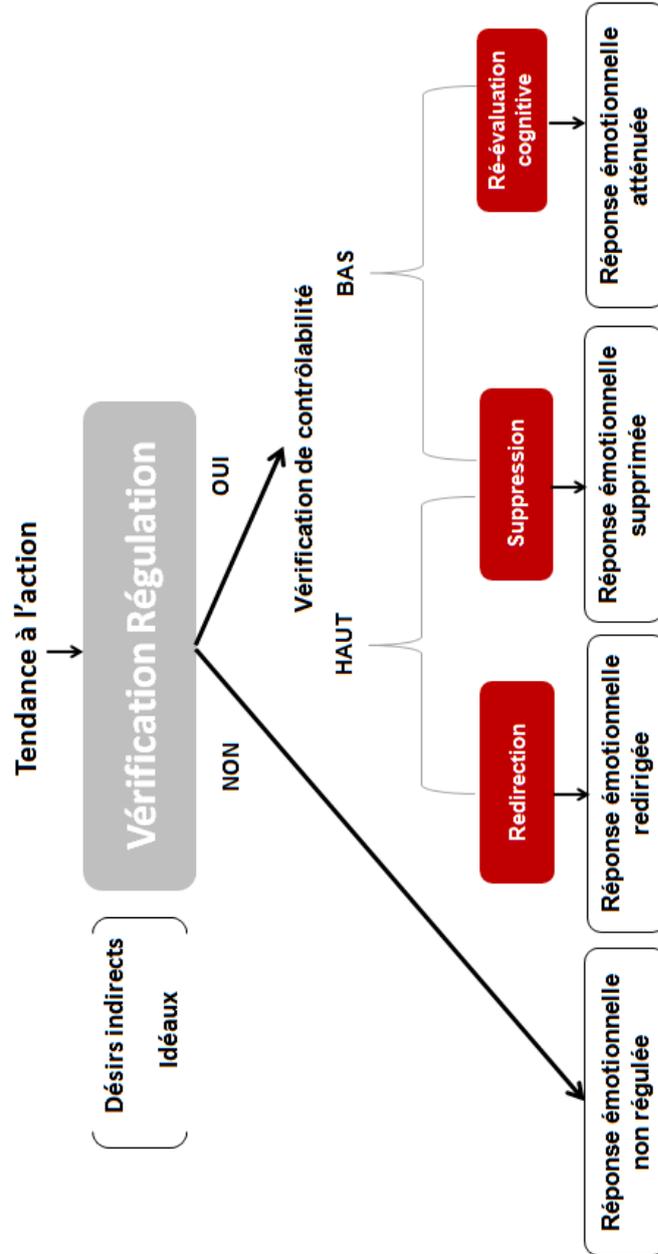


FIGURE III.2 – L’algorithme de choix de stratégie de régulation émotionnelle dans le cas d’un stimulus indésirable

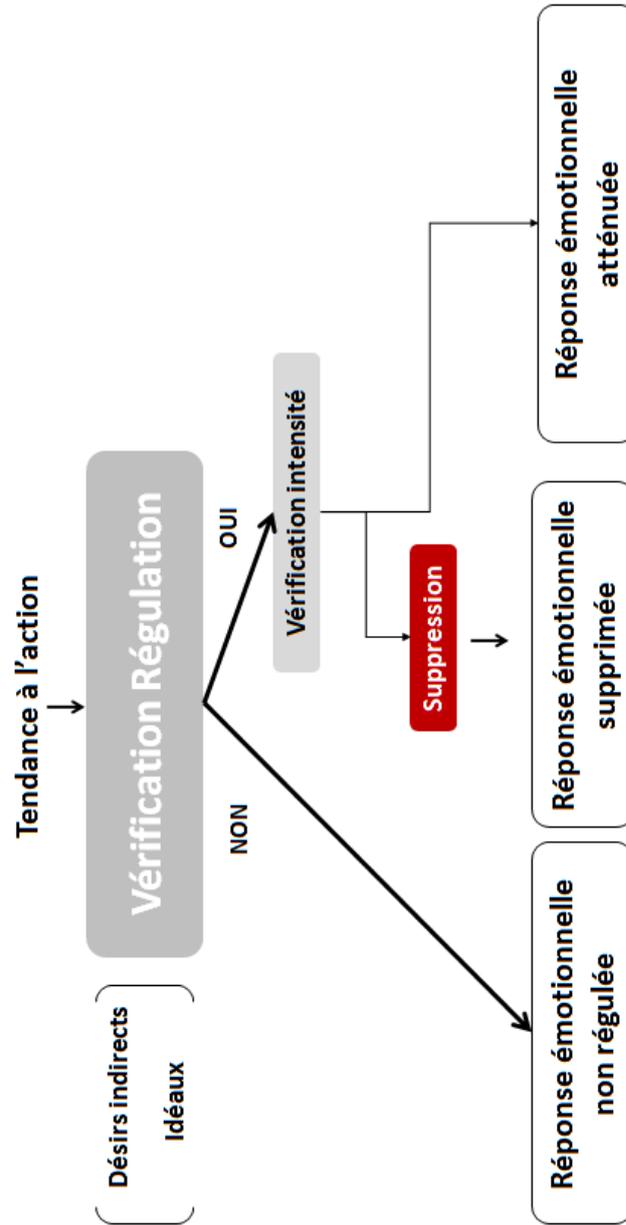


FIGURE III.3 – L’algorithme de choix de stratégie de régulation émotionnelle dans le cas d’un stimulus désirable

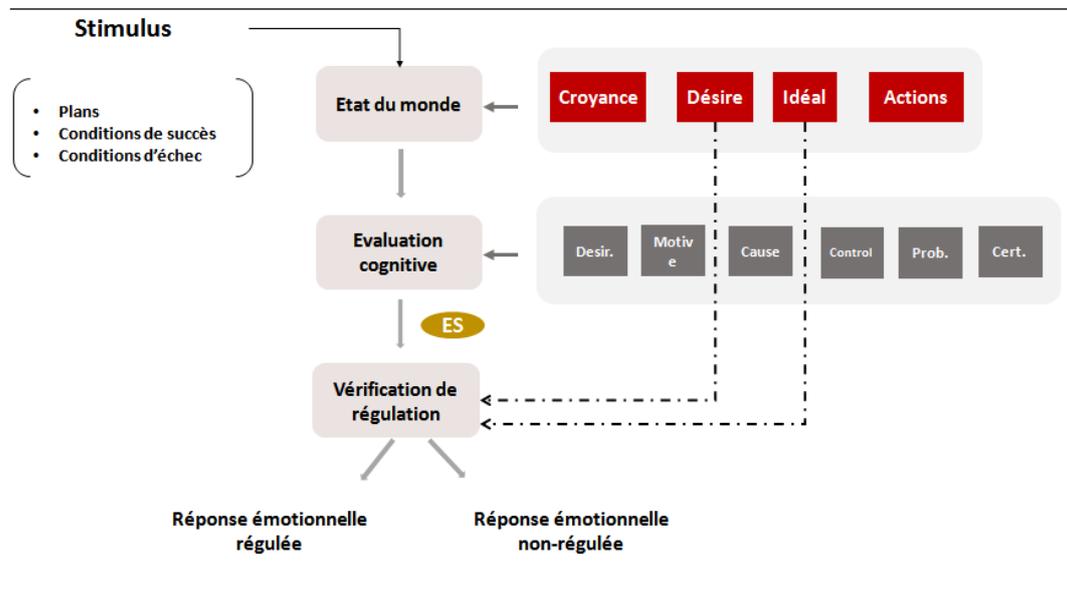


FIGURE III.4 – Architecture complète du modèle TEATIME

Si certains chercheurs en informatique affective ont contribué à la conception de "frameworks" logiques pour les notions affectives, nous tenons à souligner que ce n'est pas l'objet de notre travail. Nous avons utilisé les opérateurs logiques et la logique BDI comme un outil pour décrire notre approche. Néanmoins, le modèle TEATIME est réutilisable dans une architecture BDI où l'état du monde est dynamique.

L'évaluation cognitive Nous avons pris compte six variables d'évaluation cognitive utilisées dans la théorie de Roseman [2011]. Les formules de calcul présentées dans la section précédente ont été déduites des définitions fournies par Roseman [2011] et Frijda [1986]. Dans certains cas, nous avons tenté de simplifier certains concepts pour pouvoir les décrire formellement. Dans le cas de causalité par exemple, il est difficile de déterminer la cause du stimulus. Cette notion est subjective et peut inclure plusieurs facteurs : un stimulus peut être causé par plusieurs agents et la cause diffère selon la personne qui entreprend l'évaluation cognitive. Dans notre modèle, la causalité peut prendre plusieurs valeurs et cela donnerait suite à plusieurs tendances à l'action possibles. Le choix entre ces tendances est en premier lieu aléatoire. Il est traité, ensuite, par le mécanisme de régulation.

70 Chapitre III. TEATIME : Modèle affectif de tendances à l'action

Il existe une variable que nous n'avons pas pris en considération dans notre modèle et qui figure dans les travaux de [Roseman \[2011\]](#) qui est l'espérance. Cette variable est la notion d'attente : *Est-ce que l'évènement était attendu?* Nous ne prenons pas en compte cette notion car cela nécessiterait d'anticiper les demandes d'un utilisateur, ce qui n'est pas pertinent dans une interaction en question-réponse orientée-tâche.

Régulation émotionnelle Nous avons inclut trois stratégies de régulation dans le modèle TEATIME : la réévaluation cognitive, la suppression et la redirection. Nous avons donc fait le choix d'écarter la stratégie "diversion" (voir le chapitre II). Cette stratégie consiste à éviter le stimulus qui a été évalué indésirable auparavant. Cela fait donc appel à un mécanisme de mémoire, que TEATIME ne prend pas en compte.

D'autre part, nous avons inclut une stratégie de régulation très peu étudiée dans la littérature : la redirection. Notre choix peut s'expliquer par la fréquence d'usage de cette stratégie, surtout dans le cas où la colère est déclenchée [[Frijda \[1986\]](#)].

Outre les stratégies de régulation, nous avons implémenté des algorithmes de choix qui, selon valence des émotions déclenchées ainsi que la nature de la situation, sélectionnent la stratégie de régulation adéquate. Ces algorithmes ont été inspiré des résultats obtenus en psychologie.

Le modèle de régulation, étant un mécanisme complexe et très peu étudié dans la littérature en informatique affective, nous avons mis en place une étude expérimentale pour valider nos différentes hypothèses quant à l'impact de chacune de ces stratégies ainsi que leur adéquation avec le contexte.

Conclusion

Nous avons présenté une description formelle des différentes étapes du modèle TEATIME. Un agent est décrit avec des croyances, des désirs et des idéaux lui permettant de représenter le monde. Le stimulus est décrit, tout d'abord, moyennant ces trois opérateurs pour le situer dans l'état du monde actuel. Une évaluation cognitive prend place ensuite afin d'attribuer au stimulus un sens affectif. Bien que les variables d'évaluation utilisées sont inspirées des travaux de [Roseman \[2011\]](#), leur méthode de calcul résulte d'un travail que nous avons élaboré en nous appuyant sur

III.6. Implémentation du modèle dans l'architecture RETORIK 71

la littérature.

La combinaison des valeurs donne une stratégie émotionnelle parmi les 8 définies par [Roseman \[2011\]](#). Une tendance à l'action est alors sélectionnée, en premier lieu aléatoirement. Les tendances à l'action ont été regroupées par stratégies émotionnelles et décrites par un degré d'intensité égal à 1, 2, 3.

La tendance à l'action choisie est alors décrite en termes d'idéaux et de désirs indirects. Si elle est en conflit avec de ces deux derniers, une régulation est jugée nécessaire. Nous prenons en compte trois stratégies de régulation des émotions : la réévaluation cognitive, la redirection et la suppression. En nous appuyant sur des travaux expérimentaux sur l'impact de ces stratégies ainsi que leur conditions d'application, nous avons construit deux algorithmes de choix de stratégies applicable dans les deux cas suivant : stimulus désirable et stimulus indésirable. Ces algorithmes ont fait l'objet d'une étude expérimentale présentée dans le chapitre [V](#).

III.6 Implémentation du modèle dans l'architecture RETORIK

Le modèle TEATIME a été conçu dans le but de servir d'un module affectif chez des agents conversationnels ayant des architectures différentes. Afin de valider nos hypothèses quant à l'apport des composants du modèle, nous l'avons implémenté dans un moteur de traitement de langage permettant d'analyser une entrée textuelle et de renvoyer une réponse textuelle. Ce moteur est a été développé par l'entreprise DAVI et est utilisé par plusieurs agents conversationnels commercialisés ayant des expertises différentes. Dans cette section, nous présentons les différents modules constituant l'architecture RETORIK ainsi que le rôle de chacun. Ensuite, nous énumérons les étapes par lesquelles nous sommes passés pour intégrer le modèle TEATIME.

III.6.1 Introduction à l'architecture RETORIK

L'architecture RETORIK a vu le jour dans un but de répondre à des besoins commerciaux autour de l'interaction entre une entreprise et ses clients. Le besoin

72 Chapitre III. TEATIME : Modèle affectif de tendances à l'action

pourrait être résumé par une nécessité de comprendre le sens des requêtes des utilisateurs et d'y répondre, le plus rapidement possible et avec précision. Intégré dans un système d'agent virtuel, cet outil vient s'ajouter au nombreux canaux de communication dont disposent les entreprises aujourd'hui pour communiquer auprès de leurs clients.

Pour chaque agent, deux fichiers sont construits dépendants du domaine qui sont utilisés par les différents composants de RETORIK :

- **Une base de connaissance ontologique** : décrite dans un fichier OWL/RDF [McGuinness et al. [2004]]. Cette base de connaissance est composée de concepts liés au domaine d'application. Un agent expert en assurance aurait donc une base de connaissance regroupant les notions liées d'assurance. Ces notions sont liées par des relations pour en faire des "intentions" que nous appelons "*bag*". Un exemple : la volonté de résilier un contrat est une intention composée de trois concepts : la volonté, la résiliation et le contrat. Chaque intention est munie d'un identifiant unique.

III.6. Implémentation du modèle dans l'architecture RETORIK 73

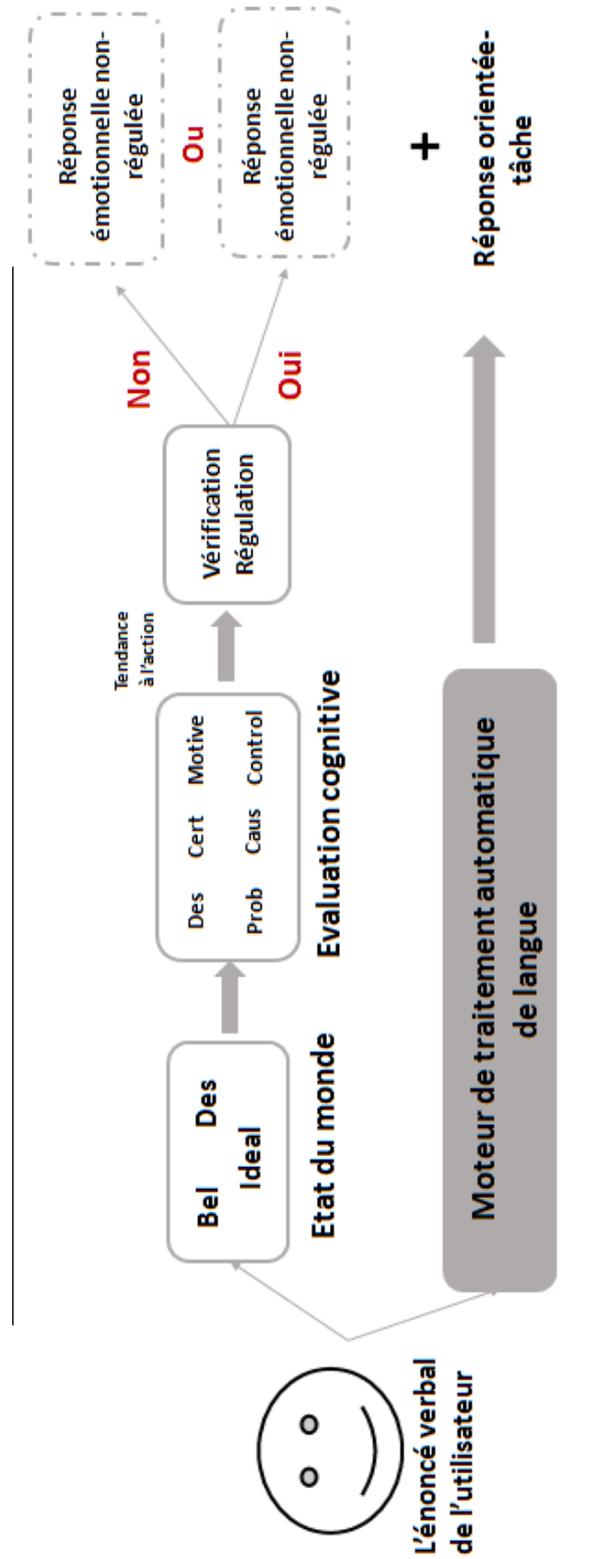


FIGURE III.5 – Architecture globale du système RETORIK-TEATIME

74 Chapitre III. TEATIME : Modèle affectif de tendances à l'action

Pour chaque agent, deux bases de connaissances sont construites : une base de connaissance métier regroupant le vocabulaire lié à un domaine d'expertise et une base de connaissance "sociale" regroupant le vocabulaire lié aux salutations, remerciement, etc.

- **Un corpus de réponse** : Les réponses fournies par l'agent sont rédigées dans un fichier XML suivant un schéma XSD. Chaque réponse possède un identifiant unique. Comme pour la base de connaissance, il existe un corpus de réponse métier et un corpus de réponses "sociales".

En plus de ces deux fichiers dépendants du domaine d'application, le système de dialogue utilise également un fichier dépendant de la langue choisie qu'on appellera "dictionnaire". Ce fichier contient tous les mots présents dans la langue utilisée.

III.6.1.1 Les composants de l'architecture RETORIK

RETORIK est système de dialogue comprenant quatre modules indépendants : un lemmatiseur / débruiteur, un module de requête vers une base de connaissances, un module de choix de stratégie de réponse et un générateur de réponse.

LOGOS : un lemmatiseur correcteur Ce composant prend en entrée la phrase de l'utilisateur qui la réduit en un ensemble de mots "lemmatisés". Nous rappelons qu'un lemme désigne l'unité graphico-sémantique qui fait référence à toutes les séquences de caractères sous les formes conjuguées : c'est l'origine du mot [SJ and Zampolli [1968]]. Cette réduction permet également de corriger les éventuelles fautes d'orthographe présentes dans la phrase d'origine.

Ce composant compare les séquences de caractères constituant la phrase de l'utilisateur avec les mots constituant le dictionnaire. Il calcule une distance avec l'ensemble des mots du dictionnaire et sélectionne le mot le plus proche. A la sortie du composant LOGOS, nous avons une séquence de forme syntaxique réduite à la forme d'origine et éventuellement corrigée orthographiquement.

MEMORIA : un requêteur de base de connaissances MEMORIA constitue le composant sémantique du moteur de dialogue. Pour chaque agent, une base de connaissance sous forme d'ontologie est construite par le concepteur. Le

III.6. Implémentation du modèle dans l'architecture RETORIK 75

traitement de la séquence de mots lémmatisés et corrigés est alors transformée en une requête composée vers cette base de connaissance. Le résultat de la requête est un ensemble, qui pourrait être vide, de *bags* ayant des concepts qui correspondent syntaxiquement aux mots de la séquence d'entrée. Un algorithme de choix, basé sur des poids de concepts, a été développé pour choisir l'intention la plus probable dont l'identifiant constituerait la sortie de MEMORIA.

RIPOSTA : une stratégie de dialogue Le module RIPOSTA a pour rôle de construire une stratégie de réponse dans le cas où plusieurs réponses possibles. Par exemple, dans le cas où l'entrée est composée d'une salutation, d'une question métier et un remerciement, la phrase-réponse sera composée de trois parties : salutations, réponse métier et formule de politesse.

ACTIO : un générateur de réponse Ce composant sert à lire le fichier des réponses et extraire la ou les réponse(s) à fournir en sortie. Il prend en entrée l'identifiant résultant du module MEMORIA. Celle qui a l'identifiant correspondant à la sortie de MEMORIA est choisie comme sortie de ACTIO.

III.6.1.2 Caractéristiques de l'architecture RETORIK

L'architecture RETORIK a été développée en Java sur l'éditeur Eclipse [Burnette [2005]]. Elle a été déployée en Web Service interrogeable en SOAP [Cerami [2002]] et en REST [Masse [2011]].

Elle est basée sur l'architecture OSGi. Pour rappel, une application OSGi est un ensemble de composants qu'on peut installer, arrêter, désinstaller, mettre à jour de manière dynamique. Ces composants sont appelés des "Bundles".

RETORIK est constituée de plusieurs « bundles » déployés sous un 'conteneur d'applications', c'est-à-dire une application dont le but est d'embarquer et de gérer le cycle de vie d'autres applications. Dans notre cas, le conteneur d'applications qui a été choisi est Karaf [Nierbeck et al. [2014]].

Ces "bundles" sont créés d'une façon automatique à partir du projet Eclipse de RETORIK composé de sous-modules correspondant aux composants cités ci-dessus. Chacun de ces sous-modules s'occupe d'une couche applicative.

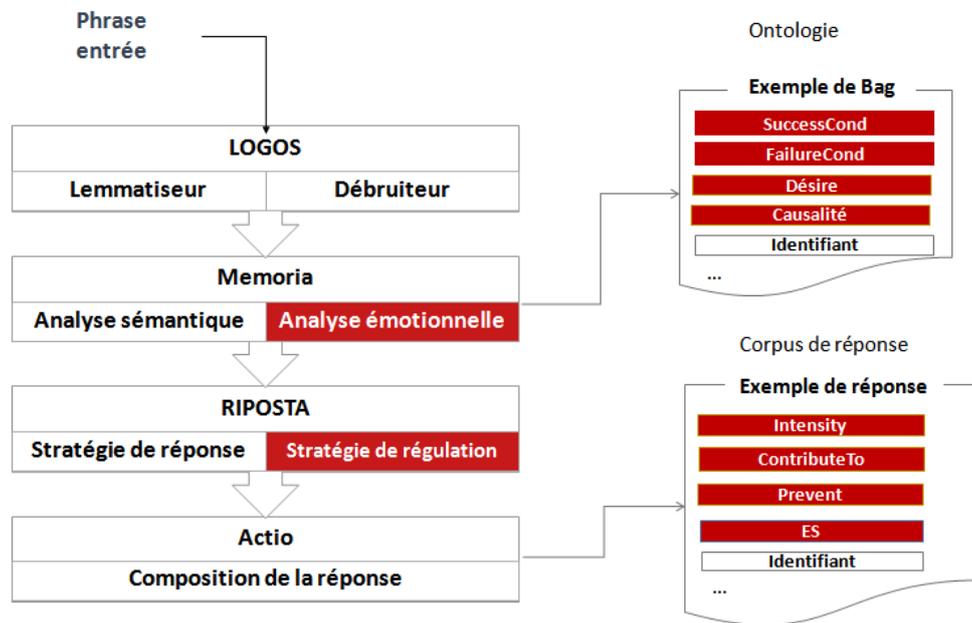


FIGURE III.6 – Intégration technique du modèle TEATIME dans l'architecture RETORIK

L'utilisation de ces frameworks ont permis à l'architecture RETORIK d'avoir des composants indépendants, modifiables "à chaud" et facilement extensible. En effet, la structuration en "bundles" a facilité l'intégration rapide du modèle TEATIME sans toucher au fonctionnement du système dans son intégralité.

III.6.2 Intégration du modèle TEATIME dans RETORIK

L'état du monde, les faits et les actions Les croyances, les désirs et les idéaux ainsi que l'ensemble des faits et des actions de l'agent sont dépendants du domaine d'application. Nous les avons donc intégrés dans les deux fichiers indépendants du domaine : la base de connaissances et le corpus de réponse.

Les faits φ correspondent aux différentes intentions modélisées dans la base de connaissance. Pour un conseiller virtuel en assurance, la volonté du client de résilier

III.6. Implémentation du modèle dans l'architecture RETORIK 77

le contrat d'assurance est donc considérées comme un fait. Les *bags* de la base de connaissances sont donc les faits du domaine.

Outre les concepts liés à la compréhension de la langue, nous avons ajouté à l'architecture prédéfinie du *bag*, des concepts liés à la représentation du monde. Sur la figure III.6, nous avons mis en rouge les quatre notions ajoutées au squelette des *bags*. Pour chaque fait, nous avons défini deux ensembles de faits de conditions d'échec et de conditions de succès. Il est à noter que ces ensembles peuvent être vides. Ces ensembles prennent la forme d'une liste d'identifiants uniques renvoyant vers les autres faits en question. Prenons comme exemple deux faits distincts : la volonté de résiliation de contrat, ayant un identifiant "001" et l'insatisfaction du client, ayant comme identifiant 002. Dans l'hypothèse où la volonté de résiliation du client vient d'une certaine insatisfaction par rapport aux services proposés, le *bag* portant l'identifiant "001" aura comme condition de succès une liste contenant "002". En plus des relations entre les faits, nous avons ajouté pour chaque *bag* une case "desire" et une case "cause". La première concerne la représentation du fait dans le monde en terme de désirs et d'idéaux. La case prend comme valeur *appetitive*, *aversive*, *ideal*, *null* selon la pertinence du fait pour l'agent. Nous rappelons que les idéaux sont des faits désirables pour l'agent en lien avec des règles sociales. La case "Cause", quant à elle, décrit la cause de l'évènement, vu l'absence de mémoire dans l'architecture RETORIK. En effet, dans le modèle initial TEATIME, la cause est calculée selon les actions passés des agents. Cependant, l'architecture RETORIK repose sur un système de question-réponse sans possibilité de garder en mémoire les échanges passés. Nous avons donc choisi d'ajouter cette case au squelette du *bag*, à remplir par le concepteur de la base de connaissance.

Quant aux croyances, nous avons fait l'hypothèse que tout fait énoncé par l'utilisateur est vrai.

En ce qui concerne les actions, elles sont assimilées aux actes locutoires que l'agent pourrait faire (vu que les seules actions possibles pour les agents conversationnels sont les actes locutoires). Nous considérons alors l'ensemble des actions possibles comme étant les actes locutoires dans le fichier "corpus de réponses". Ce fichier a également un squelette prédéfini que nous avons modifié afin d'implémenter notre modèle. Toute action (càd réponse) appartient à une stratégie émotionnelle qui pourrait être nulle.

78 Chapitre III. **TEATIME : Modèle affectif de tendances à l'action**

Elle est également décrite par une intensité de 1 à 3 et sa relation avec les faits. Tout comme les listes de conditions d'échecs et de succès pour les faits, nous avons prévu une liste pour les faits auxquelles cette action contribuerait et aux faits qu'elles empêcherait : $Can(a, \varphi)$ ou $Can(a, \neg\varphi)$.

Comme expliqué dans la partie précédente, ces fichiers externes au système de dialogue sont lus et requêtés par les différents composants de RETORIK.

L'évaluation cognitive L'évaluation cognitive a été intégrée au composant MEMORIA en parallèle à la compréhension de la langue. Les six variables d'évaluation cognitive ont été calculées suivant les informations "émotionnelles" contenues dans la base de connaissance et le corpus de réponses.

- La désirabilité est calculée suivant la valeur de la case "desire" dans le *bag* ainsi que les conditions d'échecs et de succès.
- La motive prend la valeur "appetitive" ou "aversive" contenue dans la case "desire" du *bag* en question ou des bags impliqués (condition d'échec et de succès).
- La certitude est par défaut positive vu que nous avons émis l'hypothèse que tout fait énoncé par l'utilisateur est vrai.
- La contrôlabilité utilise les actions possibles du corpus réponse pour déterminer si l'agent dispose d'actions appartenant aux stratégies "MOVE AGAINST" ou "MOVE IT AWAY" pour le stimulus en question et vers la cause adéquate.
- La cause est directement requêtée du *bag*.
- La nature du problème est intrinsèque si la case "desire" a la valeur "aversive". Elle prend la valeur "instrumentale" si le stimulus est une condition d'échec pour un désir appétitif, ou une condition de succès pour un désir aversif.

Dans le cas de compréhension de l'énoncé de l'utilisateur, la sortie de MEMORIA regroupe l'identifiant du *bag* choisi ainsi que sa valeur émotionnelle qui est composée de la stratégie émotionnelle résultante de l'évaluation cognitive et de la cause du stimulus. L'identifiant du *bag* ainsi que la stratégie émotionnelle et la cause servent à sélectionner, dans le corpus de réponse, la réponse adéquate d'un point de vue sémantique et émotionnel.

III.6. Implémentation du modèle dans l'architecture RETORIK 79

Dans le cas d'une incompréhension, aucune valeur émotionnelle n'est calculée.

La régulation émotionnelle La régulation émotionnelle a été intégrée au composant RIPOSTA. La réponse choisie aléatoirement parmi les réponses possibles est décrite en terme d'impact sur les idéaux ainsi que les désirs indirects de l'agent. Pour cette implémentation du modèle, nous définissons un seuil de stratégie où $strat(i, at) \leq 2$, c'ad une régulation est nécessaire dès qu'une condition de succès ou d'échec d'un désir est impactée.

Dans le cas où la régulation émotionnelle est nécessaire, nous avons implémenté l'algorithme de choix présenté dans la sous-section III.4.5. Selon la valence de l'émotion, la contrôlabilité du stimulus et les actions possibles dans le corpus de réponse, une réponse textuelle est choisie.

La sortie Dans le cas d'une compréhension de l'énoncé et d'une évaluation cognitive non-nulle, la réponse à la sortie est composée d'une phrase émotionnelle indépendante du contexte et une phrase "métier". La phrase émotionnelle est choisie selon la stratégie émotionnelle calculée, la cause et l'intensité. La phrase "métier" est sélectionnée suivant l'identifiant.

Dans le cas d'une incompréhension, la réponse sélectionnée correspond à une phrase entrée par défaut invitant l'utilisateur à reformuler sa demande. Elle est non-émotionnelle.

III.6.3 Limites de l'implémentation RETORIK-TEATIME

Dans le système composé RETORIK-TEATIME, nous avons été contraint de simplifier quelques aspects du modèle affectif pour rendre l'implémentation possible.

Les stimuli, qui correspondent aux énoncés de l'utilisateur, sont traités par le modèle de compréhension ainsi que le modèle affectif. Nous avons fait une première simplification concernant la certitude des stimuli. En effet, tout énoncé de l'utilisateur est considéré comme un stimulus certain. Cette simplification est due à l'absence de module de traitement de langue pour détecter la certitude du contenu de la phrase.

La deuxième simplification que nous avons fait était de laisser au concepteur de la base de connaissances la définition de la valeur de la causalité des faits. Cette simplification est due à la nature du système de dialogue basé sur un modèle de question-réponse sans prise en compte des échanges passés.

III.7 Conclusion

Nous avons présenté un modèle affectif décrit formellement et destiné aux agents virtuels. Ce modèle regroupe deux mécanismes : la génération des émotions et la régulation. Ce modèle étant destiné à être implémenté dans une architecture d'agent orienté-tâche, l'expression de l'émotion doit être combinée aux tâches de l'agent. Pour cette raison, nous nous sommes particulièrement intéressés au lien entre une évaluation cognitive des stimuli et l'action, d'où notre choix de la théorie de la tendance à l'action. Le modèle de régulation, quant à lui, a été inspiré de différents travaux en psychologie notamment les travaux de [Gross and John \[2003\]](#), de [Nezlek and Kuppens \[2008\]](#) et [Frijda \[1986\]](#).

Le modèle résultant prend en entrée un stimulus ayant des conditions d'échec, des conditions de succès et un plan composé d'actions. Il est représenté dans le monde moyennant les croyances, désirs et idéaux de l'agent. Une évaluation cognitive a lieu ensuite afin d'extraire un sens affectif à ce stimulus. La sortie est une tendance à l'action appartenant à une stratégie émotionnelle. La régulation émotionnelle intervient ensuite pour orienter l'agent dans son choix final d'expression d'émotion. Si la régulation est nécessaire, la tendance à l'action est remplacée par une deuxième moins intense, ou orientée vers une autre cause voire même supprimée.

Le modèle TEATIME a été implémenté dans un système conversationnel nommé RETORIK. Ce programme fonctionne comme un système de question-réponse n'ayant aucune mémoire. Ces contraintes fonctionnelles nous ont conduit à faire des simplifications sur le modèle initial pour pouvoir l'intégrer à l'architecture.

Afin d'évaluer le modèle affectif, nous avons choisi de mener des études expérimentales utilisant la modalité verbale pour exprimer la sortie du modèle. Le prochain chapitre est consacré au choix des tendances à l'action pour cette implémentation et la validation de l'expression verbale correspondante.

Évaluation de l'expression verbale des tendances à l'action

Sommaire

IV.1 Objectifs	83
IV.2 Expression verbale des émotions dans la littérature . . .	84
IV.2.1 Champ lexical	84
IV.2.2 Longueur des énoncés	84
IV.3 Méthodologie	85
IV.3.1 Construction du corpus	85
IV.3.2 Choix des situations	87
IV.4 Étude en langue française	88
IV.4.1 Protocole expérimental	88
IV.4.2 Hypothèses générales	92
IV.4.3 Analyse des résultats	94
IV.4.4 Discussion	96
IV.5 Étude en langue anglaise	98
IV.5.1 Hypothèses	99
IV.5.2 Protocole expérimental	99
IV.5.3 Analyse des résultats	101
IV.6 Conclusion et perspectives	102

Dans les chapitres précédents, nous nous sommes intéressés à la modélisation de deux mécanismes principaux de l'émotion : la génération et la régulation. De nombreuses études expérimentales en psychologie ont souligné le rôle de ces deux mécanismes dans la perception des individus par les autres.

Cependant, il n'est pas possible de parler de rôle social des émotions sans considérer leur expression. Cette étape correspondrait à traduire nos émotions en un ensemble de comportements visibles et interprétables par autrui. Ces comportements peuvent être exprimés par la modalité verbale ou non-verbale (prosodie, expressions faciales, gestuelle, posture, etc).

Nos travaux s'inscrivent dans un cadre d'interaction question-réponse entre un agent orienté-tâche et un utilisateur. Nous souhaitons alors utiliser ce cadre pour valider les hypothèses générales de la thèse : l'impact positif de l'ajout des mécanismes de génération et de régulation des émotions sur la perception de l'agent et l'interaction.

Dans cette implémentation, la modalité verbale est la modalité principale utilisée par l'agent. Le système repose sur un moteur de compréhension de langage naturel permettant à l'agent de comprendre la question de l'utilisateur et d'y répondre. Nous avons implémenté le modèle TEATIME en parallèle à ce système afin d'extraire de la phrase de l'utilisateur un sens affectif et permettre à l'agent d'y répondre d'une manière émotionnelle.

La réponse verbale de l'agent peut être alors composée d'une partie émotionnelle et d'une partie "métier". Dans ce chapitre, nous nous intéressons à la validation expérimentale de notre choix de phrases émotionnelles à travers deux études expérimentales successives. La première étude concerne la validation des actes locutoires **en langue française** de tendances à l'action choisies de la littérature en psychologie des émotions. Outre les résultats obtenus concernant la cohérence des actes locutoires choisis avec ces tendances à l'action, cette étude met en évidence une ressemblance entre quelques expressions verbales de certaines tendances à l'action, ce qui nous a permis de les "fusionner", suivant des conditions. Cette étude a donné comme résultat un nombre réduit de tendances à l'action à retenir pour les utiliser comme réponse

émotionnelle aux agents. La deuxième étude est la vérification des actes locutoires en en **langue anglaise** correspondant aux tendances à l'action retenues.

La première section est consacrée à l'énumération des objectifs de cette étude. Ensuite, nous dérivons la littérature sur laquelle nous nous sommes basés pour construire cette étude. Dans la section suivante, nous expliquons la méthodologie que nous avons adoptée dans le choix des actes locutoires, des tendances à l'action et des situations imaginées dans cette expérimentation. Cette méthodologie a été utilisée dans les deux études (en langue française et anglaise). Dans la troisième section, nous formulons les différentes hypothèses que nous cherchons à valider à travers cette étude et décrivons le protocole expérimental ainsi que les résultats obtenus. Nous présentons ensuite l'étude menée auprès des anglophones et ses résultats.

IV.1 Objectifs

Le premier objectif de cette étude est de valider une liste d'actes locutoires correspondant à des tendances à l'action de la littérature en psychologie. Comme expliqué dans les chapitres précédents, les tendances à l'action sont regroupées dans des stratégies émotionnelles. Nous souhaitons couvrir les différentes stratégies émotionnelles utilisées dans le modèle TEATIME. À chaque tendance à l'action incluse dans le modèle, nous souhaitons faire correspondre une phrase ou une expression qui l'exprimerait dans un contexte dialogique.

Le deuxième objectif concerne l'indépendance des actes locutoires du contexte de l'interaction. En effet, les agents orientés-tâche peuvent avoir des applications différentes : un guide touristique virtuel, un conseiller bancaire, etc. Nous souhaitons construire un corpus exprimant les différentes tendances à l'action et qui soit utilisable dans ces différents domaines.

La méthodologie suivie pour construire les actes locutoires que nous cherchons à valider est fondée sur des travaux en linguistique et en psychologie des émotions. Dans la section qui suit, nous décrivons les principaux résultats de cette analyse bibliographique.

IV.2 Expression verbale des émotions dans la littérature

IV.2.1 Champ lexical

Comme l'ont montré [Ochs and Schieffelin \[1989\]](#), les émotions se manifestent dans le langage par différents moyens : le vocabulaire, la construction de la phrase, etc.. De nombreux chercheurs en informatique et en psychologie du langage se sont ainsi intéressés de caractériser les actes de langage émotionnels [[Berger and Pesty, 2005](#)]. Dans le contexte de la détection automatique des émotions, [Devillers et al. \[2002\]](#) ont identifié, au moyen d'un système d'apprentissage sur des dialogues annotés, le champ lexical de 5 émotions (la colère, la peur, la satisfaction, l'excuse, neutre). Dans un cadre plus général, [Argaman \[2010\]](#) a étudié le lien entre lexique et intensité émotionnelle. Il a proposé de mesurer les marqueurs linguistiques utilisés par 500 sujets pour exprimer leurs opinions à propos de films mettant en jeu des émotions positives (joie) et négatives (tristesse) plus ou moins intenses. Il a identifié dix caractéristiques des actes de dialogues émotionnels. Cependant, les travaux de [Planalp \[1999\]](#) ont montré qu'il reste difficile, pour la majorité des personnes, de contrôler complètement le choix des mots employés (répétitions, expression à la première personne). Dans notre étude, nous nous sommes basés sur quelques-unes des caractéristiques d'Argaman pour choisir les actes locutoires : l'emploi des « intensifieurs » (« très », « le plus », « extrêmement ») et « d'atténuateurs » lexicaux (« assez », « plutôt »), l'utilisation de la première personne du singulier (« je », « moi »), les expressions exclamatives (par exemple « wow », « zut »).

IV.2.2 Longueur des énoncés

Dans le domaine des agents virtuels, de nombreux chercheurs se sont intéressés à la modélisation de l'affect dans une interaction humain-agent. Cependant, seulement quelques uns ont modélisé l'expression verbale des émotions. Nous pouvons citer comme exemple ALMA [Gebhard \[2005\]](#) où l'expression des émotions chez l'agent se traduit par la sélection d'un libellé et d'une phrase en langage naturel. Dans ce travail, les énoncés des personnages virtuels sont scriptés en fonction de l'émotion à

exprimer et de la situation de la tâche. Les énoncés des personnages dont l'humeur est positive sont ainsi longs et positifs. Au contraire, lorsqu'ils sont d'humeur hostile, les énoncés sont plus courts, plus précis et plus durs. Ces principes doivent être respectés pour la construction d'actes locutoires affectifs.

IV.3 Méthodologie

IV.3.1 Construction du corpus

Dans cette partie, nous détaillons la méthodologie que nous avons suivie en amont pour choisir les tendances à l'action de la littérature et pour construire les actes locutoires associés.

IV.3.1.1 Choix des tendances à l'action

Une première étape de construction de corpus était de définir un nombre fini de tendances à l'action possibles appelés dans le chapitre précédent \mathcal{AT} . La notion de tendance à l'action est présente dans les travaux de plusieurs chercheurs en psychologie des émotions [Frijda \[1986\]](#), [Lazarus \[1991\]](#). Plusieurs dizaines de tendances à l'actions ont été étudiées dans la littérature avec des différences subtiles en terme de comportement et de conditions d'activation.

Nous avons choisi un sous-ensemble de tendances à l'action adaptées au modèle émotionnel que nous avons conçu. Notre choix de tendances à l'action couvre l'ensemble des stratégies émotionnelles définies par [Roseman \[2011\]](#), à l'exception de la surprise. Pour sélectionner ces tendances à l'action dans la littérature, nous utilisons les critères suivants :

- La tendance à l'action doit être exprimable dans un contexte dialogique (la tendance de violence physique par exemple est difficilement exprimée par la modalité verbale) ;
- La tendance à l'action doit appartenir à une stratégie émotionnelle. Ce lien "tendance à l'action-stratégie émotionnelle" doit être mentionné dans la littérature en psychologie ;

— Les tendances doivent être distinctes. Les termes désignant les tendances à l'action doivent être différenciables.

Ce travail a abouti à 30 tendances à l'action couvrant les 6 stratégies émotionnelles du modèle.

IV.3.1.2 Choix des termes désignant les tendances à l'action

Notre objectif est d'interroger des sujets sur les tendances à l'actions qu'ils reconnaissent dans un dialogue. Pour cela, il faut bien choisir les termes qui désignent ces tendances à l'action dans le questionnaire (et ce, indépendamment des actes locutoires que nous souhaitons valider).

Les travaux en psychologie sur les stratégies émotionnelles et les tendances ont principalement été faits en anglais. Les termes désignant ces notions sont donc des termes anglais. Pour l'étude menée auprès des anglophones, nous avons gardé la majorité des termes tels qu'ils sont. Quant à l'étude auprès des francophones, nous avons fait un travail de traduction et d'interprétation en langue française en essayant d'être le plus proche possible du sens. Pour cela, nous nous sommes basés sur la description des tendances dans les travaux de Frijda, Roseman et des autres auteurs du domaine [Solomon \[1977\]](#), [Levenson \[2011\]](#). Les traductions en français ont été faites par des chercheurs francophones, en collaboration avec des collègues anglophones.

Nous avons aussi dû tenir compte de la différence entre les termes scientifiques utilisés par les chercheurs pour désigner les tendances à l'action et notre besoin applicatif. Les termes scientifiques, pensés dans les années 80, ne sont pas adaptés pour un questionnaire orienté grand public des années 2010 et pourraient entraîner des incompréhensions ou des ambiguïtés d'interprétation chez les participants. C'est pour cette raison que nous avons tenté de simplifier certains termes pour que cela soit accessible à tous les participants. Par exemple, le terme "expier" a été remplacé par "subir les conséquences de son erreur".

IV.3.1.3 Choix des actes locutoires expressifs

Le choix du contenu locutoire pour exprimer verbalement une tendance à l'action dans un dialogue a été fait avec des natifs pour chaque langue (le questionnaire

étant disponible en français et anglais) dans notre laboratoire. Les chercheurs se sont projetés dans des situations correspondant aux différentes stratégies émotionnelles considérées et ont proposé des phrases qu'ils auraient pu dire spontanément dans cette situation. Nous avons alors extrait les phrases les plus générales possibles (i.e. indépendantes du contexte) en respectant les principes linguistiques énoncés dans la littérature (voir section IV.2).

Le tableau IV.1 résume les tendances à l'action choisies avec leur stratégies émotionnelles et les phrases choisies. Le nombre de tendances à l'action est variable d'une stratégies à l'autre : cela provient de la variété de tendances que nous avons pu trouver dans la littérature pour couvrir les six stratégies de Roseman et les différentes directions (ou causes) possibles. La première colonne correspond à la stratégie émotionnelle ; la deuxième correspond à la cause vers laquelle serait orientée la tendance à l'action. La troisième colonne représente les codes que nous avons choisi pour avoir une notation uniforme tout au long de l'article. Les autres colonnes sont dédiées respectivement aux tendances à l'action et à leur acte locutoire choisi, dans les deux langues.

IV.3.2 Choix des situations

Nous avons créé des scénarios où nous présentons des situations qui déclenchent des réponses émotionnelles chez un agent nommé Alex. Pour chaque situation, nous avons défini un objectif de l'agent (par exemple, orienter un touriste). Un énoncé d'un autre agent, Bob, impacte directement ou indirectement cet objectif (par exemple, Bob dit qu'il est content des renseignements fournis par Alex).

Les situations sont choisies de manière à couvrir les différentes valeurs possibles pour les variables d'évaluation cognitive proposées par Roseman [Roseman \[2013\]](#) qui sont : la désirabilité, la contrôlabilité, et la certitude de la situation, la nature de l'objectif touché et la nature du problème. En particulier, nous distinguons les cas où l'impact sur l'objectif est direct ou indirect *i.e.* l'énoncé impacte un sous-objectif (par exemple, donner une réponse utile est un sous-objectif de « orienter un touriste »). Chaque situation se traduit ainsi par une attribution de valeurs aux variables d'évaluation cognitive et c'est la combinaison de ces valeurs qui détermine

la stratégie émotionnelle.

Nous avons construit un scénario pour chaque stratégie émotionnelle et pour chaque cause possible parmi : l'agent (*self*), son interlocuteur (*other*) ou des circonstances extérieures aux deux agents (*circ*). Nous avons ensuite choisi un acte locutoire indépendant du contexte pour chaque tendance à l'action faisant partie d'une stratégie émotionnelle. Reprenons notre exemple de conseiller touristique Alex qui a pour objectif que le touriste soit bien renseigné. Si Bob qui affirme qu'il s'est perdu à cause des instructions erronées d'Alex, cela est contraire au but. Cela déclencherait donc la stratégie émotionnelle *Move Against* avec la cause *self*. Une des tendance à l'action déclenchées par cette stratégie émotionnelle est de « subir les conséquences de son erreur ». Cela peut s'exprimer, par exemple, par la phrase « Que puis-je faire pour me faire pardonner ? ».

Les situations choisies figurent dans l'annexe A.

IV.4 Étude en langue française

IV.4.1 Protocole expérimental

Afin de valider notre choix d'actes locutoires, nous avons construit un questionnaire dans lequel nous présentons différents dialogues illustrant chacun une situation d'interaction et donc une tendance à l'action particulière chez l'agent Alex (suivant la désirabilité, la contrôlabilité, et la certitude de la situation, en plus de la nature de l'objectif touché et la nature du problème).

Pour chaque situation, nous proposons alors 5 tendances à l'action dont une est celle que nous pensons la plus adéquate. Les autres tendances proposées ont été choisies comme suit :

- les tendances appartenant à la même stratégie émotionnelle et orientées vers une même cause
- les tendances à l'action orientée vers la même cause que la tendance à l'action voulue mais appartenant à une stratégie émotionnelle différente.
- les tendances à l'action appartenant à la même stratégie émotionnelle que la tendance à l'action voulue mais orientée vers une cause différente.

Stratégie émotionnelle	Cause	Code	Tendance à l'action en français	Tendance à l'action en anglais	Acte locutoire en français	Acte locutoire en anglais	
Moving Against	Circ	TA01	Tout casser	Destroy	Rah ! Y'en a marre !	I've had enough of this!	
			Retirer l'obstacle	Remove obstruction	Qu'est-ce qu'on peut faire ?	Hmm.. Let's see what we can do.	
	Self	TA03	Se punir	Punish self	C'est vrai je suis nul.	I'm such an idiot.	
			Attaquer l'autre	Attack the other person	Tout ça est à cause de vous !	It's all your fault !	
	Other	TA05	Insulter l'autre	Insult the other person	Vous êtes vraiment stupide !	You're so stupid !	
		TA06	Blessier l'autre	Hurt the other person	Vous n'êtes bon à rien !	You're completely useless !	
		TA07	Éviter le problème	Avoid something	Et si on parlait d'autre chose ?	Let's talk about something else.	
	Move Away from	Circ	TA08	S'enfuir de la situation	Escape the situation	Je ne veux pas parler de cela. Arrêtons la discussion !	I don't want to talk about it.
						Je ne suis pas ici pour entendre ce genre de remarques. Arrêtons là notre discussion !	I don't feel like talking about that.
		TA09	Se protéger	Protect self	Snif!	*weeps*	
TA10		Pleurer	cry	Ce n'est pas possible. Il faut que vous m'aidez !	I need you to help me.		
TA11		Demander de l'aide	Seek help	Pardon. Je vais tenter de corriger. Ce n'est pas très grave.	Sorry let me correct that. It's not a big deal.		
Self	TA12	Corriger l'erreur	Correct mistake	Qu'est-ce que je peux faire pour me faire pardonner ?	How can I make it up to you ?		
	TA13	Minimiser	Play down	Je ne veux plus vous parler.	I don't want to talk to you anymore.		
	TA14	Subir les conséquences de son erreur	Expiate				
Other	TA15	S'éloigner de l'autre	Move away from other				

Stratégie émotionnelle	Cause	Code	Tendance à l'action en français	Tendance à l'action en anglais	Acte locutoire en français	Acte locutoire en anglais
Moving Toward	Circ	TA16	Sauter de joie	Jump for joy after an event	Youpi!	Woohoo!
		TA17	Partager sa bonne humeur	Share mood	ça me fait très plaisir.	I'm delighted!
		TA18	Continuer dans le même plan	Continue plan	Cool!	OK good!
	Self	TA19	Faire savoir autour de soi	Seek attention	Tu as vu comme je suis bon ! Il faut que vous le disiez à tout le monde !	Let everyone know how good I am!
		TA20	S'afficher	Show off	Je sais je suis parfait !	I'm good, aren't I?
Moving it away	Other	TA21	Chercher la reconnaissance	Seek recognition	J'aime recevoir des compliments.	I do like compliments!
		TA22	Se rapprocher de l'autre	Approach the other person	J'aimerais continuer à vous parler.	Let's keep talking.
		TA23	Chercher le contact de l'autre	Seek others'contact	J'aimerais vous parler plus souvent.	I'd like to talk to you more often.
	Circ	TA24	Rejeter la situation	Reject something	Je n'aime pas ça !	I hate it when that happens!
		TA25	Se soumettre	Submit	Je suis prêt à faire ce que vous voulez.	I'm ready to do what you want to forgive me!
Stop Moving toward	Self	TA26	Se désister	Withdraw	Je préfère laisser la place à mon collègue.	I'll let my colleague take over.
		TA27	Se cacher	Hide self	J'aimerais disparaître	I wish I wasn't here!
	Other	TA28	Repousser l'autre	Repulse other	Agh! Je ne veux plus discuter avec vous!	Go away then!
Stop Moving away from	Circ	TA29	Renoncer	Be inactive	Je ne peux rien faire de plus.	I can't do anything more.
	Circ	TA30	Se détendre	Relax	Ouf! c'est mieux comme ça!	Well, that's a relief!

TABLE IV.1 – Les tendances à l'action regroupées par stratégies émotionnelles et causes et leurs actes locutoires correspondants

Exemple : Dans la figure IV.1, nous présentons une question extraite du questionnaire. Le fait que le touriste ne s'est pas perdu dans la ville est un événement désirable pour le guide touristique Alex. La cause de cet événement est "self" vu que le touriste ne s'est pas perdu grâce à ses conseils. La tendance que nous voulions exprimer dans ce dialogue est : *s'afficher*. Les seules autres tendances qui répondent à la même stratégie émotionnelle et orientée vers la même cause "self" sont "rechercher la reconnaissance" et "faire savoir autour de soi". "Continuer comme ça" répond à la même stratégie mais orientée vers la cause "circ" et "s'approcher de l'autre" fait partie de la même stratégie mais orientée vers "other".

Lisez attentivement le dialogue. La phrase en gras et soulignée exprime une tendance à effectuer une action. Indiquez votre degré d'accord pour chaque tendance à l'action proposée.

- Alex : Bonjour, que puis-je faire pour vous ?
 - Bob : Grâce à vos conseils, je ne me suis pas perdu !
 - Alex : Je sais je suis parfait ! Dites, qu'est-ce que je peux faire pour vous ?

À votre avis, Alex avait tendance à :

	Pas du tout d'accord	Pas d'accord	Neutre	D'accord	Tout à fait d'accord
S'afficher	<input type="radio"/>				
Continuer comme ça	<input type="radio"/>				
Faire savoir autour de soi	<input type="radio"/>				
S'approcher de l'autre	<input type="radio"/>				
Chercher de la reconnaissance	<input type="radio"/>				

FIGURE IV.1 – Une question extraite du questionnaire d'évaluation de choix d'actes locutoires

Variantes A et B : Pour chacune des 30 tendances à l'action, deux situations différentes ont été construites, illustrées dans deux dialogues distincts et présentées à des participants différents. Nous avons donc deux versions du questionnaire nommées A et B, ce qui permettra d'évaluer la sensibilité des actes locutoires au contexte applicatif. Pour chaque participant qui commence le test, une des deux versions du questionnaire est sélectionnée d'une manière aléatoire et automatique.

IV.4.2 Hypothèses générales

Nous voulons vérifier que des actes locutoires choisis sont bien perçus comme associés à la tendance à l'action qu'ils sont censés représenter. Par exemple, nous faisons l'hypothèse que l'acte locutoire "Y'en a marre!" sera bien perçu comme exprimant la tendance à l'action "Tout casser" qui appartient à la stratégie émotionnelle "Move Against" face à une cause extérieure (circ).

Cependant, l'étude de la littérature a révélé qu'il n'y a pas de consensus quant au nombre exact des tendances à l'action. L'émotion "colère" par exemple peut conduire à une tendance à attaquer l'autre, critiquer sa conduite ou l'insulter. Nous formulons donc l'hypothèse que certains actes locutoires seront perçus comme relevant de deux tendances à l'action distinctes, que nous pourrions alors envisager de regrouper.

Enfin, nous voulons nous assurer que la perception des tendances à l'action est indépendante du contexte du dialogue.

Ces différents objectifs nous ont amenés à formuler les deux groupes d'hypothèses suivantes :

IV.4.2.1 Perception de l'acte locutoire

H1a : Nous faisons l'hypothèse initiale que, pour chaque acte locutoire al_i , la tendance à l'action associée ta_i est significativement mieux reconnue que les 4 autres tendances à l'action proposées.

Reprenons l'exemple sur la figure IV.1. Le score donné par les participants à la tendance "s'afficher" devrait être significativement plus élevé que celui attribué à "chercher la reconnaissance", "faire savoir autour de soi", "continuer comme ça" ou "s'approcher de l'autre".

Pour vérifier cette hypothèse, nous calculons la p-value suivant un test de Wilcoxon¹ entre ta_i et chacune des autres tendances à l'action proposées. Cette mesure

1. Nous avons effectué un test non-paramétrique vu que la distribution des données ne suit pas la loi normale. Nous avons également eu besoin d'un test sur des échantillons appariés vu que nous allons comparer les réponses d'un même groupe de participants. Le test de Wilcoxon signé (Wilcoxon signed rank test) permet de prendre en compte le niveau de différence à l'intérieur des paires. Nous avons opté pour ce test appliqué pour chaque

se fait sans prendre en compte les éventuelles différences de contexte. L'hypothèse H1a est considérée comme valide pour l'acte locutoire si et seulement si le score de p-value est inférieur à 0,05 pour chacune des 4 comparaisons.

H1b : Lorsque H1a n'est pas vérifiée, c'est-à-dire lorsque la tendance à l'action proposée n'a pas été significativement mieux reconnue, nous faisons l'hypothèse qu'une autre tendance à l'action "proche" est peut-être associée à cet acte locutoire.

Nous regardons s'il existe une tendance à l'action ta_j parmi les 4 autres tendances à l'action proposées qui est significativement mieux reconnue par les participants. Cette mesure se fait sans prendre en compte les éventuelles différences de contexte et l'hypothèse H1b est valide si le score de p-value entre ta_j et chacune des 4 autres tendances à l'action proposées est inférieur à 0,05.

H1c : Lorsque ni H1a, ni H1b ne sont vérifiées, nous faisons l'hypothèse que plusieurs tendances à l'action différentes peuvent être représentées par ce même acte locutoire.

Nous cherchons s'il existe une tendance à l'action ta_j parmi celles proposées telle que, lorsque nous fusionnons les scores obtenues pour ta_j et ta_i , nous obtenons un score significativement plus élevé que pour les trois autres tendances à l'action proposées (au sens de la p-value).

IV.4.2.2 Indépendance au contexte

H2a : Lorsque H1a ou H1b est vérifiée, c'est-à-dire lorsqu'il existe bien une tendance à l'action qui est mieux reconnue que les autres, nous formulons l'hypothèse que cette propriété est valide indépendamment du contexte.

L'hypothèse H2a est considérée comme valide si et seulement si H1a (resp. H1b) peut être vérifiée séparément dans les deux sous-groupes associés aux contextes A et au contexte B.

H2b : Lorsque H1a ou H1b est vérifiée, nous formulons aussi l'hypothèse que le score attribué à la tendance à l'action est indépendant du contexte. Pour cela, nous

scénario, entre la réponse qui a eu le score plus élevé et toutes les autres tendances proposées dans le même scénario.

calculons la valeur de corrélation inter-groupe entre le contexte A et le contexte B en utilisant un test de κ de Cohen [Cohen \[1968\]](#). L'hypothèse est considérée comme valide si et seulement si l'accord inter-annotateur obtenu par le score de κ est supérieur à 0,4.

IV.4.2.3 Procédure expérimentale

Nous avons réalisé une étude inter-sujets avec 80 participants francophones (moyenne d'âge = 42 ans, 52 femmes, 28 hommes). Chaque participant a répondu à 30 questions correspondant aux 30 tendances à l'action dans un ordre aléatoire. Nous avons eu 29 participants pour la version A du contexte et 51 pour la version B (le choix était aléatoire et nous n'avons gardé que les participants ayant répondu à l'ensemble du questionnaire). Les participants ont eu accès à l'expérimentation à travers un lien qui été partagé et relayé sur les réseaux sociaux et les listes de participants RISC ainsi que le personnel du laboratoire et de l'entreprise. La seule condition requise pour les participants est la maîtrise de la langue française. En effet, comme les actes de langage expriment une réaction impulsive et non réfléchie, il est difficile de comprendre les subtilités de la langue pour des personnes non-francophones.

Le questionnaire est anonyme et les participants n'ont pas été rémunérés. Le questionnaire commence par deux questions exemples qui n'ont pas été considérées (il s'agit juste de familiariser l'utilisateur avec l'interface *Limesurvey* et avec les situations de dialogue présentées par la suite). Les 30 situations présentées à chaque participant sont choisies de manière aléatoire et changent d'un participant à l'autre, ainsi que l'ordre des tendances à l'action proposées, pour réduire les biais éventuels.

IV.4.3 Analyse des résultats

Les résultats obtenus pour les différentes hypothèses sont résumés dans le tableau [IV.2](#). Ce tableau se lit de la manière suivante : la première colonne indique le nom de la tendance à l'action que nous souhaitions exprimer par l'acte locutoire présenté aux participants (voir le tableau [IV.1](#)). La deuxième colonne indique si l'hypothèse H1a a été vérifiée, c'est-à-dire si la tendance à l'action a été reconnue de manière significative.

Numéro	H1a : Signif. re- connue ?	H1b : Une autre TA ?	H1c : Fusion possible ?	Signif. reconnue dans les deux groupes ?	H2 : Indépendance au contexte ?
TA01	Non	-	TA08	Non	Non($K = 0.075$)
TA02	Oui	-	-	Oui	Non($K = 0.192$)
TA03	Oui	-	-	Oui	Oui ($K = 0.645$)
TA04	Non	-	TA06	Non	Oui($K = 0.782$)
TA05	Oui	-	-	Oui	Oui ($K = 0.745$)
TA06	Non	-	TA05	Non	Oui($K = 0.8$)
TA07	Non	-	TA08	Oui	Oui($K = 0.735$)
TA08	Non	-	TA07	Oui	Non($K = 0.071$)
TA09	Non	TA08	-	Non	Oui($K = 0.939$)
TA10	Non	-	TA07	Oui	Oui($K = 0.576$)
TA11	Oui	-	-	Oui	Oui ($K = 0.588$)
TA12	Oui	-	-	Oui	Oui ($K = 0.94$)
TA13	Oui	-	-	Oui	Oui ($K = 0.939$)
TA14	Non	TA13		Non	Oui($K = 0.635$)
TA15	Non	-	-	Non	Oui($K = 0.842$)
TA16	Non	TA17	-	Oui	Oui($K = 0.736$)
TA17	Oui	-	-	Oui	Oui($K = 0.681$)
TA18	Non	TA17		Non	Oui($K = 0.844$)
TA19	Non	TA21		Non	Oui($K = 0.870$)
TA20	Oui	-	-	Oui	Non($K = 0.393$)
TA21	Oui	-	-	Oui	Oui($K = 0.877$)
TA22	Non	TA23		Oui	Oui($K = 0.574$)
TA23	Non	-	TA22	Non	Oui($K = 0.628$)
TA24	Oui	-	-	Oui	Oui($K = 0.657$)
TA25	Oui	-	-	Oui	Oui($K = 0.794$)
TA26	Non	-	-	Oui	Oui($K = 0.624$)
TA27	Oui	-	-	Oui	Oui($K = 0.532$)
TA27	Non	-	-	Oui	Oui($K = 0.604$)
TA29	Non	-	-	Non	Oui($K = 0.657$)
TA30	Oui	-	-	Oui	Oui($K = 0.847$)

TABLE IV.2 – La vérification des hypothèses pour toutes les tendances à l'action

Si la réponse est "Non", la colonne suivante indique si l'hypothèse H1b a été vérifiée, c'est-à-dire si une autre tendance à l'action proposée aux participants a été

mieux reconnue, de manière significative. Dans les deux cas, les colonnes H2a et H2b indiquent l'impact du contexte sur les résultats. La colonne H2a indique si la tendance a été significativement reconnue dans les deux groupes de participants. La colonne H2b indique si les réponses des participants pour les cinq tendances proposées sont similaires (Kappa de Cohen).

Enfin, la colonne H1c indique, lorsque ni H1a ni H1b ne sont vérifiées, s'il est possible de confondre la tendance à l'action souhaitée avec une autre tendance à l'action, dans l'optique de les fusionner. Dans ce cas, la colonne H2a indique si le score obtenu en regroupant ces deux tendances est significativement reconnu dans chacun des deux groupes de participants (test de Wicoxon) et la colonne H2b si les réponses obtenues sont similaires (Kappa).

IV.4.4 Discussion

Les actes locutoires associés aux tendances à l'action TA03, TA05, TA11, TA12, TA13, TA17, TA21, TA24, TA25, TA27 et TA30 vérifient l'hypothèse H1a et l'hypothèse H2. Ils sont significativement bien associés à la tendance à l'action souhaitée, et ce indépendamment du contexte (11 actes sur 30). Il faut y ajouter les actes locutoires TA02 et TA20 qui sont bien reconnus mais pour lesquels l'accord inter-annotateur suggère une influence du contexte.

Pour les tendances à l'action TA16 et TA22, l'acte locutoire proposé est associé à une autre tendance à l'action que celle souhaitée, et ce de manière significative et indépendante du contexte. Cela suggère que les actes locutoires peuvent être utilisés comme formulation alternative pour exprimer ces tendances à l'action (respectivement TA17 et TA23).

Il est intéressant de noter que, de manière symétrique, l'acte locutoire choisi pour TA23 vérifie l'hypothèse H1c avec la proposition TA22. Or ces deux tendances à l'action correspondent à la même stratégie émotionnelle et à la même direction. Ce résultat suggère qu'il est possible de fusionner ces deux tendances à l'action et d'utiliser indifféremment l'un des deux actes locutoires proposés.

L'acte locutoire associé à TA18 est lui aussi associé à TA17, tout comme TA16, même si le résultat n'est pas valable dans tous les contextes. Cela suggère, puisqu'il

s'agit de la même stratégie émotionnelle et de la même direction pour ces trois tendances à l'action, qu'il est préférable de se limiter à la tendance à l'action TA17.

De même, l'acte locutoire TA19 est associé à TA21 qui est dans le même groupe, et TA09 est associé à TA08, ce qui milite en faveur de leur regroupement dans la formulation la mieux reconnue. Cependant, dans le cas de TA08, le tableau montre une confusion avec TA07 qui suggère un regroupement avec deux formulations possibles. De plus, le locutoire TA10 semble se confondre avec TA07 et pourrait être accepté comme formulation alternative.

L'acte locutoire associé à la tendance à l'action TA04 semble se confondre avec TA06, laquelle est aussi confondue avec TA05. Cela suggère un regroupement autour de TA05, peut-être en utilisant TA06 comme formulation alternative, voire de TA04. Une étude statistique plus poussée permettrait de déterminer si le regroupe de ces trois tendances à l'action conduit à un score significatif.

L'acte locutoire associé à la tendance à l'action TA14 semble exprimer la tendance TA13. Comme ces deux tendances font partie de la même stratégie émotionnelle et dirigée vers la même source, il est possible de les regrouper autour de la tendance TA13.

Les actes locutoires associés aux tendances TA01, TA15, TA26, TA28 et TA29 sont plus problématiques : ils n'ont pas été reconnus par les participants et il est impossible de les regrouper avec d'autres tendances choisies par les participants. Nous pensons donc que le choix d'acte locutoire n'est pas satisfaisant pour ces tendances à l'action et qu'il faut proposer d'autres formulations.

C'est particulièrement important pour la tendance TA15 qui est la seule à exprimer la stratégie émotionnelle "Move Away From" dirigée vers autrui, pour la tendance TA28 (stratégie émotionnelle "Moving it Away From" dirigée vers l'interlocuteur) et pour la tendance TA29 (stratégie "Stop Moving Toward").

Les tendances à l'action retenues et les actes locutoires que nous considérons comme validés sont listés dans le tableau IV.3.

Tendance à l'action	Formulations possibles
TA02 (retirer l'obstacle)	Qu'est-ce qu'on peut faire ?
TA03 (se punir)	C'est vrai je suis nul !
TA05 (Insulter l'autre)	"Vous êtes vraiment stupide !" ou "Vous n'êtes bon à rien !" ou "Tout ça est à cause de vous !"
TA07 (Éviter le problème)	"Et si on parlait d'autre chose ?" ou "Je ne veux pas parler de cela. Arrêtons là la discussion" ou "Snif !"
TA11 (Demander de l'aide)	Ce n'est pas possible. Il faut que vous m'aidiez !
TA12 (Corriger l'erreur)	"Pardon je vais tenter de corriger."
TA13 (Minimiser)	"Ce n'est pas très grave." ou "Qu'est-ce que je peux faire pour me faire pardonner ?"
TA17 (Partager sa bonne humeur)	"ça me fait très plaisir !" ou "Youpi" ou "Cool !"
TA20 (S'afficher)	Je sais je suis parfait !
TA21 (Chercher la reconnaissance)	"J'aime recevoir des compliments" ou "Tu as vu comme je suis bon ! Il faut que vous le disiez à tout le monde !"
TA23 (Chercher le contact de l'autre)	"J'aimerais vous parler plus souvent." ou "J'aimerais continuer à vous parler."
TA24 (Rejeter la situation)	Je n'aime pas ça !
TA25 (Se soumettre)	Je suis prêt à faire ce que vous voulez.
TA27 (Se cacher)	J'aimerais disparaître.
TA30 (Se détendre)	Ouf ! C'est mieux comme ça !

TABLE IV.3 – Actes locutoires retenus après expérimentation.

IV.5 Étude en langue anglaise

L'étude expérimentale menée en langue anglaise partage les mêmes objectifs ainsi que la méthodologie que la version francophone. L'objectif global est de faire correspondre les tendances à l'action "retenue" du modèle à des actes locutoires et ce, indépendamment du contexte. Comme pour la première étude, nous avons choisi deux situations entre Alex et Bob où ces actes locutoires sont utilisés.

Ces deux études présentent, néanmoins quelques différences dans la procédure expérimentale ainsi que les résultats obtenus que nous allons détailler ici.

IV.5.1 Hypothèses

Nous gardons les deux groupes d'hypothèses avec des simplifications. La première hypothèse concerne la validation de l'acte locutoire comme étant une expression verbale liée à la tendance à l'action. Nous n'avons pas de sous-hypothèses vu que la liste des tendances à l'action a déjà été modifiée suite aux résultats obtenus pour l'étude en français.

H1 : Pour chaque acte locutoire al_i , la tendance à l'action associée ta_i est bien reconnue parmi les 20 autres tendances proposées.

La deuxième hypothèse est l'indépendance au contexte. Nous gardons ici aussi une seule hypothèse concernant le score attribué à la tendance à l'action at_i dans les deux situations distinctes.

H2 : Pour chaque acte locutoire al_i dans le scénario A, la tendance à l'action la mieux reconnue correspond à la tendance à l'action la mieux reconnue dans le scénario B.

IV.5.2 Protocole expérimental

Dans la deuxième étude nous avons réduit le nombre de tendances à l'action à 21 en nous basant sur les résultats obtenus lors de l'étude en langue française. Nous avons pris en considération les "fusions" déduites des résultats obtenus ainsi que les tendances à l'action que nous n'avons pas pu valider en langue française (AT1 par exemple).

Nous avons utilisé une plate-forme de "*crowdsourcing*" pour collecter les résultats auprès de participants anonymes anglophones. Les participants devaient lire une situation incluant l'acte locutoire correspondant à la tendance à l'action et étaient invités à donner un score de correspondance pour toutes les tendances à l'action (21 TA).

La figure IV.2 illustre un extrait d'un exemple du questionnaire mis en ligne pour les participants. Le questionnaire comporte 21 questions correspondant aux 21 tendances à l'action incluses dans l'étude.

Ces participants étaient invités à répondre à au moins un questionnaires parmi les 42 mis en ligne : 21 tendances à l'action illustrées chacune dans deux situations

Chapitre IV. Évaluation de l'expression verbale des tendances à l'action

distinctes. La participation était rémunérée.

Nous avons collecté en moyenne 32 réponses pour chaque questionnaire, soit $32 \times 21 \times 2 = 1344$ réponses. Afin de vérifier la première hypothèse nous avons calculé la tendance à l'action ayant le score le plus élevé pour chaque questionnaire. Nous avons ensuite comparé les scores élevés entre eux pour conclure sur la significativité des résultats. Quant à la deuxième hypothèse, nous avons calculé le k de Cohen pour calculer l'accord inter-observateurs.

- Alex : Hello. How I can help you?
- Bob : I need to buy tickets for the next train to Paris.
- Alex : For you to buy train tickets, I need your login that you received via email.
- Bob : There is no wi-fi coverage to access my email inbox.
- Alex : *I've had enough of this* ! I'll send you a SMS.

Alex has the tendency to Remove obstruction (required)

- Strongly agree
- Agree
- Neither agree or disagree
- Disagree
- Strongly disagree

Alex has the tendency to Punish self (required)

- Strongly agree
- Agree
- Neither agree or disagree
- Disagree
- Strongly disagree

Alex has the tendency to destroy (required)

- Strongly agree
- Agree
- Neither agree or disagree
- Disagree
- Strongly disagree

FIGURE IV.2 – Un extrait d'un questionnaire d'évaluation de choix d'actes locutoires en langue anglaise

IV.5.3 Analyse des résultats

Les résultats obtenus sont décrits dans le tableau IV.4. 15 actes locutoires ont été reconnus comme exprimant les tendances à l'action correspondante. Ces résultats ont été obtenus par calcul de la moyenne des deux groupes A et B. Un acte locutoire est considéré comme reconnu quand il a la moyenne la plus élevée des 20 autres tendances à l'action. Nous avons également comparé les différents scores obtenus pour déduire la significativité des résultats.

Nous avons pu valider la deuxième hypothèse sur 16 actes locutoires. Les autres présentent des différences entre les deux situations.

Tendance à l'action en français	Tendance à l'action en anglais	Reconnue ?	indépendance du contexte ?
TA01	Destroy	<i>Non</i>	Oui
TA02	Remove obstruction	Oui	Oui
TA03	Punish self	Oui	Oui
TA05	Insult other	Oui	Oui
TA07	Avoid	Oui	Oui
TA11	Seek help	Oui	Oui
TA12	Correct	Oui	Oui
TA13	Play down	<i>Non</i>	Oui
TA15	Move away from other	Oui	Oui
TA17	Share mood	Oui	<i>Non</i>
TA18	Continue plan	<i>Non</i>	Oui
TA20	Show off	<i>Non</i>	Oui
TA21	Seek recognition	Oui	Oui
TA23	Increase contact	Oui	Oui
TA24	Reject	<i>Non</i>	Oui
TA25	Submit	<i>Non</i>	<i>Non</i>
TA26	Withdraw	Oui	Oui
TA27	hide self	Oui	<i>Non</i>
TA28	Repulse other	Oui	<i>Non</i>
TA29	Be inactive	Oui	<i>Non</i>
TA30	Relax	Oui	<i>Non</i>

TABLE IV.4 – Tableau récapitulatif des résultats obtenus pour les deux hypothèses

IV.6 Conclusion et perspectives

Nous avons mené une étude expérimentale sur un ensemble de situations dialogiques où des tendances à l'action ont été exprimées verbalement et textuellement (sans prosodie). Nous nous sommes basés sur des travaux antérieurs en linguistique et psychologie du langage pour choisir les actes locutoires correspondant aux 30 tendances à l'action initialement sélectionnées dans la littérature. Notre objectif à travers cette étude était de valider notre choix d'actes locutoires pour chaque tendance à l'action et de bien s'assurer que ces derniers sont indépendants de la situation. Nous avons également fait l'hypothèse que, dans un contexte purement dialogique, certaines tendances à l'action vont être perçues d'une façon similaire.

Les résultats obtenus sont globalement encourageants. Cette étude nous a permis de conclure que certaines tendances à l'action peuvent être regroupées. Ce qui fait que certaines peuvent s'exprimer par plusieurs actes locutoires avec des intensités différentes : "Snif" et "Et si on parlait d'autres choses?" sont des actes de langage lié à la stratégie émotionnelle "Move Away from" ayant des intensités différentes.

Dans les deux études (en langue française et anglaise), certains résultats obtenus ne nous permettent pas de conclure quant à nos hypothèses. Ces résultats peuvent être expliqués par un choix erroné de termes désignant la tendance à l'action ou l'usage peu fréquent de certains actes locutoires chez les participants.

A travers ces deux études, nous avons fourni un corpus exprimant les différentes stratégies émotionnelles à travers les tendances à l'action. Néanmoins, l'utilisation de ce corpus "minimal" dans un dialogue entraînerait un risque de répétition. Nous envisageons d'élargir notre liste avec d'autres actes locutoires pour diversifier le choix de l'acte à mettre dans un dialogue. Aussi, nous estimons que l'indépendance au contexte pourrait être mieux validée par la présentation d'autres variantes avec différentes situations possibles.

Ce travail a été fait dans le cadre d'une évaluation d'un modèle affectif chez un agent conversationnel. Il pourrait être utilisé dans des situations similaires où des tendances à l'action sont exprimées verbalement.

Mesure de l'impact des stratégies de régulation émotionnelle sur la perception de l'agent

Sommaire

V.1 Objectifs	105
V.2 Méthodologie	106
V.2.1 Les conditions	107
V.2.2 Les scénarios	107
V.3 Hypothèses générales	108
V.3.1 Hypothèses indépendantes du scénario	108
V.3.2 Hypothèses inter-scénario	109
V.3.3 Hypothèses exploratoires	110
V.4 Protocole expérimental	111
V.4.1 Questionnaire	111
V.4.2 Participants	112
V.5 Analyse des résultats	112
V.5.1 Analyse descriptive	112
V.5.2 Analyse inférentielle	118
V.6 Discussion	119
V.6.1 Hypothèses indépendantes du scénario	123
V.6.2 Hypothèses inter-scénarios	124
V.6.3 Hypothèses exploratoires	125

Dans les chapitres précédents, nous avons présenté un modèle affectif que nous avons décrit formellement et implémenté dans une architecture d'agent conversationnel orienté-tâche. Ce modèle comporte deux processus affectifs inspirés de l'affect chez l'humain : génération et régulation des réponses émotionnelles. Dans cette tentative de reproduire les mécanismes de régulation, nous nous sommes confrontés à une difficulté très souvent rencontrée dans le domaine de l'informatique affective : modéliser des concepts et des dynamiques complexes chez l'humain où il n'y a pas de consensus parmi les experts du domaine. En effet, la régulation des émotions peut être obtenue par un large éventail de stratégies à adopter et les psychologues ne se sont pas mis d'accord sur leur nombre exact ni les différents facteurs qui entrent en jeu pour choisir une stratégie à un moment donné plutôt qu'une autre. Cependant, des études expérimentales ont démontré que l'utilisation d'une stratégie parmi d'autres pourrait impacter la perception de l'individu par autrui [Bonanno et al., 2004, Lopes et al., 2005]. Les stratégies de régulation jouent donc un rôle social dans les interactions.

Dans ce chapitre, nous nous intéressons à la validation de ces hypothèses dans le cas des interactions homme-agent. À cette fin, nous avons mené une étude perceptive dans laquelle différentes versions d'un agent utilisant différentes stratégies de régulation émotionnelle ont été implémentées dans une architecture d'agent conversationnel. Notre objectif est de mesurer l'impact de chaque stratégie sur la perception de l'agent par l'utilisateur.

Ce chapitre est présenté comme suit : en premier lieu, nous énumérons les objectifs de cette étude et leur lien avec les objectifs globaux des travaux de thèse. Ensuite, nous détaillons la méthodologie que nous avons suivie pour construire le protocole expérimental. Les hypothèses de cette étude feront l'objet de la troisième section. Dans la quatrième partie, nous présentons le protocole expérimental : les participants, les mesures effectués, etc. Nous présentons ensuite l'analyse des résultats obtenues. Enfin, nous discutons les résultats obtenus par rapport à nos hypothèses et nous concluons.

V.1 Objectifs

Premier objectif Comme vu dans les chapitres précédents, il a été montré que le choix de stratégie de régulation impacte des caractéristiques sociales chez l'individu. Dans les travaux de [Gross and John \[2003\]](#), les auteurs ont conduit 5 études expérimentales pour examiner les différences individuelles dans l'usage de deux stratégies de régulation émotionnelle : la réévaluation cognitive et la suppression. Ils ont identifiés un impact direct de l'usage fréquent de la stratégie choisie sur le bien-être de l'individu. Les auteurs ont également souligné l'impact important du bien-être ressenti sur la manière dont l'individu est perçu par son entourage. Par exemple, les individus ayant fréquemment recours à la stratégie de suppression sont moins susceptibles de partager **leurs émotions réelles et leurs expériences négatives et positives** avec autrui [Rimé et al. \[1992\]](#). Le manque de partage d'expériences émotionnelles aurait des conséquences sur la capacité à **construire des relations sociales étroites** et sur **l'agréabilité perçue**.

Si la stratégie de régulation émotionnelle utilisée modifie la manière dont l'individu est perçu, il convient d'en dire autant sur la perception d'un agent utilisant cette même stratégie.

Deuxième objectif Dans de nombreuses études, la réévaluation cognitive a été validée comme étant une stratégie adaptative de régulation des émotions (c'est-à-dire, associée à une augmentation de bien-être) [[Giuliani and Gross, 2009](#), [Troy et al., 2010](#), [Nezlek and Kuppens, 2008](#)]. Cependant, une approche individuelle en fonction de la situation suggère que l'efficacité des différentes stratégies de régulation dépendent du contexte dans lequel elles sont utilisées. Plus précisément, la réévaluation cognitive peut être adaptée lorsque les stimuli sont incontrôlables (lorsque la personne ne peut agir que sur elle-même) mais inadaptés lorsque les stimuli peuvent être contrôlés (quand la personne peut changer la situation). Pour tester cette prédiction, [Troy et al. \[2013\]](#) ont mené une étude auprès de 170 participants pour explorer le lien entre l'usage de la réévaluation cognitive comme stratégie de régulation et le niveau de la dépression ressenti après l'évènement déclenché, dans différentes situations. Pour les participants avec un stimulus incontrôlable, la réévaluation cognitive était associée à des niveaux bas de dépression. En revanche, chez les participants dont le

stimulus est contrôlable, cette stratégie était associée à des niveaux de dépression élevés. de la dépression. Ces résultats soutiennent l'hypothèse que l'efficacité des stratégies de régulation émotionnelles dépend du contexte et le principal résultat qui en découle confirme l'efficacité de la réévaluation cognitive dans les situations incontrôlables contre un impact négatif dans une situation contrôlable.

Nous avons donc comme objectif de vérifier si cette efficacité ressort lorsqu'un agent conversationnel emploie la stratégie de réévaluation cognitive dans les situations incontrôlables par rapport à des situations où l'agent peut effectuer un changement. Ce résultat, si il est confirmé, pourrait nous orienter sur les stratégies de régulation à privilégier dans les deux types de situations.

Troisième objectif Notre troisième objectif à travers ce chapitre est d'explorer une stratégie de régulation émotionnelle très peu étudiée dans la littérature : la redirection. Cette stratégie a été décrite par Frijda [1986] dans une situation où l'émotion "colère" a été déclenchée. En effet, nous orientons fréquemment nos réponses émotionnelles liées à la colère vers d'autres cibles que la source initiale afin d'éviter d'avoir des conséquences lourdes.

Prenons un exemple : Dans le cas d'une tendance à l'action agressive envers autrui, il est possible que nous décidons, d'une façon consciente ou inconsciente de diriger cette colère vers des objets. Cette stratégie, bien qu'elle modifie une variable de réévaluation cognitive qui est **la cause**, elle est considérée comme basée sur la modulation de la réponse. En effet, il n'y a pas de réévaluation cognitive réelle dans ce cas, seulement une reconduite vers une autre source. D'après la littérature, cette stratégie est souvent employée dans le cas d'une situation contrôlable orientée vers l'autre. Notre troisième objectif est donc d'explorer l'impact de l'utilisation de cette stratégie sur la perception de l'agent en comparaison avec les deux autres stratégies.

V.2 Méthodologie

Afin de répondre aux objectifs cités ci-dessus, nous avons mené une étude perceptive où les participants étaient invités à répondre à un questionnaire après avoir lu un dialogue entre un agent conversationnel et un utilisateur humain. Les dialogues

présentés illustrent une situation où une ou plusieurs émotion(s) sont déclenchée(s) chez l'agent et qui doivent être régulée(s). Les émotions sont exprimées verbalement par l'agent.

V.2.1 Les conditions

Afin de pouvoir comparer l'impact des stratégies de régulation implémentées, nous avons développé trois versions de l'agent conversationnel doté du modèle de génération de tendances à l'action TEATIME mais ayant trois mécanismes de régulation différents :

- un agent "Reappraiser" : cet agent régule toutes ses réponses émotionnelle en faisant une réévaluation cognitive du stimulus.
- un agent "Suppresser" : cet agent supprime toute réponse émotionnelle à réguler.
- un agent "Redirector" : cet agent redirige toute réponse émotionnelle à réguler vers les "circonstances".

Nous avons implémenté ces trois versions afin de permettre une comparaison de l'impact du mécanisme de régulation sur la perception de l'agent en relation avec les trois objectifs de l'étude.

V.2.2 Les scénarios

Notre deuxième objectif fait ressortir le lien entre la variable d'évaluation cognitive "contrôlabilité" et l'usage de la stratégie réévaluation cognitive où cette dernière est plus efficace dans les situations à contrôlabilité basse [Troy et al., 2010, Nezlek and Kuppens, 2008]. Nous avons donc choisi de construire deux groupes où la contrôlabilité diffère afin de pouvoir comparer les résultats obtenus pour les agents "Reappraisers".

Dans les deux scénarios proposés, l'agent est un guide touristique virtuel nommé Léa, qui interagit avec un touriste humain. Léa possède une base de connaissances sémantiques qui lui permet de comprendre la question du touriste et de l'assister lors de son séjour dans la ville (logements, recommandations de restaurants, informations générales sur la ville, etc). Les dialogues ont été générés et affichés sous un format

de messagerie instantanée. Pour un même scénario, les réponses métier de l'agent ne changent pas, seules ses réponses émotionnelles varient selon la condition. Les réponses émotionnelles sont extraites du corpus validé lors de l'étude présentée dans le chapitre précédent. Pour le besoin de l'étude, nous avons rajouté deux tendances à l'action qui ne figurent pas dans la liste initiale.

1. Dans le **premier scénario**, le touriste demande de l'aide à Léa à propos d'un centre de réparation de vélos car son vélo est tombé en panne. Le guide virtuel répond que le centre de réparation est fermé à cette heure-ci. Le touriste demande à Léa s'il y a un centre de locations de vélos et la guide a répondu qu'elle ne disposait pas de ces informations. La touriste lui a informé de son idée de voler une bicyclette pour continuer sa visite. L'agent a répondu qu'il n'était pas d'accord avec cette idée.

Ce scénario comprend une réponse émotionnelle de l'agent qui n'a pas besoin de régulation, une réponse non émotionnelle et deux situations qui entraînent des réactions émotionnelles devant être régulées, selon les idéaux de l'agent. Les deux questions correspondent à des stimuli indésirables et à **contrôlabilité basse**.

2. Dans le **second scénario**, le touriste demande à l'agent d'appeler les services d'urgence médicale pour un problème de santé. Léa, la guide virtuelle, répond qu'il n'est pas possible pour elle de faire l'appel, mais elle peut donner le numéro des services d'urgence. En réponse, le touriste l'insulte et l'agent répond.

Ce scénario inclut une réponse émotionnelle qui ne nécessite pas de régulation et une autre qui en nécessite. Cette situation correspond à un stimulus indésirable et à **contrôlabilité haute**.

V.3 Hypothèses générales

V.3.1 Hypothèses indépendantes du scénario

De nombreuses études ont souligné la différence de perception entre un individu utilisant plus souvent la stratégie "*reappraisal*" et un deuxième utilisant la

"*suppression*" comme stratégie dominante. Nous supposons que cette différence est valable pour les agents conversationnels indépendamment de l'émotion déclenchée. Nous formulons ces trois hypothèses :

- **H1a** : L'agent *Reappraiser* est perçu comme étant significativement plus agréable que l'agent *Suppressor*.
- **H1b** : L'agent *Reappraiser* est perçu comme étant significativement plus capable de construire des relations étroites avec autrui que l'agent *Suppressor*.
- **H1c** : L'agent *Reappraiser* est perçu comme exprimant significativement plus souvent des émotions positives que l'agent *Suppressor*.
- **H1d** : L'agent *Reappraiser* est perçu comme exprimant significativement moins souvent des émotions négatives que l'agent *Suppressor*.

V.3.2 Hypothèses inter-scénario

Suivant les résultats obtenus dans la littérature en psychologie des émotions, la stratégie de régulation "*reappraisal*" est plus efficace dans les situations où la contrôlabilité est basse. Nous émettons donc l'hypothèse que, dans une situation contrôlable (scénario 1), l'agent "Reappraiser" serait mieux perçu que celui utilisant la même stratégie dans une situation contrôlable (scénario 2).

Nous formulons les hypothèses suivantes :

- **H2a** : L'agent *Reappraiser* du scénario 1 est perçu comme étant significativement plus agréable que l'agent *Reappraiser* du scénario 2.
- **H2b** : L'agent *Reappraiser* du scénario 1 est perçu comme étant significativement plus capable de construire des relations étroites avec autrui que l'agent *Reappraiser* du scénario 2.
- **H2c** : L'agent *Reappraiser* du scénario 1 est perçu comme exprimant significativement plus souvent des émotions positives que l'agent *Reappraiser* du scénario 2.
- **H2d** : L'agent *Reappraiser* du scénario 1 est perçu comme exprimant significativement moins souvent des émotions négatives que l'agent *Reappraiser* du

scénario 2.

V.3.3 Hypothèses exploratoires

Vu le manque de littérature concernant la stratégie *redirection*, nous nous sommes basés sur des affirmations plus générales dans la littérature pour énoncer nos hypothèses concernant cette stratégie de régulation :

- Les stratégies de régulation basées sur l'antécédent sont plus efficaces pour améliorer le bien-être que celles basées sur la réponse Gross [1998]. Nous déduisons que la redirection impacterait plus négativement l'agréabilité perçue que la réévaluation cognitive.
- La suppression consiste à inhiber toutes réponses émotionnelles, alors que la redirection s'explique par une expression de l'émotion avec la même intensité initiale mais orientée vers les circonstances. Ce qui rendrait l'agent "*redirector*" perçu comme étant plus capable de construire des relations étroites avec les autres et plus expressif que l'agent "*Suppressor*".
- La redirection est généralement utilisée dans des situations contrôlables telles que les situations de colère et orienté vers "l'autre". Nos hypothèses concernent donc le scénario 2.

Nous formulons les hypothèses suivantes :

- **H3a** : L'agent "*Redirector*" serait perçu comme étant moins agréable que l'agent "*Reappraiser*".
- **H3b** : L'agent "*Redirector*" serait perçu comme étant plus capable de construire des relations étroites que l'agent "*Suppressor*".
- **H3c** : L'agent "*Redirector*" est perçu comme exprimant significativement plus souvent des émotions positives que l'agent "*Suppressor*".
- **H3d** : L'agent "*Redirector*" est perçu comme exprimant significativement moins souvent des émotions négatives que l'agent "*Suppressor*".

V.4 Protocole expérimental

V.4.1 Questionnaire

Afin de vérifier nos hypothèses, nous avons construit un questionnaire en se basant sur des outils de mesure employés dans des études précédentes sur les stratégies de régulation chez l'humain. Nous nous sommes inspirés de l'étude menée par [Gross and John \[2003\]](#). Nous avons également réutilisé des outils employés dans la mesure de perception des agents conversationnels.

- Afin de vérifier l'hypothèse concernant l'agréabilité perçue de l'agent, nous avons choisi les 5 items relatifs à l'agréabilité du questionnaire Godspeed [Bartneck et al. \[2009\]](#) qui correspondent aux 5 sous-dimensions de l'agréabilité : agent amical, agent gentil, agent aimable, agent agréable et agent plaisant.
- Pour mesurer la capacité à construire des relations étroites avec autrui, nous nous sommes intéressés à la relation entre l'agent et le touriste telle qu'elle est perçue par les participants. Nous avons sélectionné 9 éléments utilisés dans une étude perceptive sur l'intimité entre des agents conversationnels et les utilisateurs [Potdevin et al. \[2018\]](#). Cette étude correspond à nos besoins vu que l'agent utilisé était aussi un guide touristique virtuel en interaction avec un touriste. Le questionnaire utilisé dans cette étude comporte trois dimensions : l'ouverture sur autrui, la sympathie et la reconnaissance. Comme la troisième dimension implique une dimension temporelle. Or, notre étude est limitée à un échange entre l'utilisateur et l'agent, nous ne pouvons pas parler de temporalité pour une interaction de cette durée. Nous n'utilisons que les deux premières dimensions.

L'ouverture sur autrui, qui est décrite avec 5 éléments, consiste à révéler une évaluation personnelle ou émotionnelle d'une situation vécue (*ex. La guide touristique virtuelle a-t-elle partagé ses faiblesses avec le touriste?*). Ce mécanisme interpersonnel favorise des relations plus intimes et plus étroites avec autrui [Morton \[1978\]](#). La deuxième dimension était la sympathie et le

partage d'expériences émotionnelles positives et était décrite en 4 éléments (*ex. La guide touristique virtuelle a-t-elle apprécié son interaction avec le touriste ?*).

- Pour évaluer l'expression des émotions de l'agent telle qu'elle est perçue par les participants, ces derniers étaient invités à répondre à un questionnaire en 6 items comprenant des questions sur trois émotions positives et trois émotions négatives (*eg, Pensez-vous que la guide virtuelle exprime souvent de la " joie " ?*). Cette méthode a été utilisée dans une étude rapportée par des pairs sur la perception d'émotions exprimées chez l'individu dans [Gross and John \[2003\]](#).

L'intégralité du questionnaire figure dans l'annexe A.

V.4.2 Participants

68 volontaires ont participé à cette étude en ligne ; 35 participants ont été aléatoirement assignés au premier scénario et 33 au deuxième scénario. Tous les participants maîtrisaient la langue française. Ils ont été invités à participer à l'étude par l'intermédiaire des listes de diffusion.

Les participants avaient une explication sous-forme de texte au début de l'étude expérimentale qu'ils devaient lire attentivement avant de participer. Ensuite, un scénario leur est affecté aléatoirement. Pour ce même scénario, les participants sont invités à lire un dialogue scripté entre l'agent Léa et l'utilisateur et répondre au questionnaire qui suit. Ce même dialogue est affiché trois fois correspondant aux trois conditions de l'expérimentation. Cet ordre est aléatoire.

V.5 Analyse des résultats

V.5.1 Analyse descriptive

Afin d'avoir une vue d'ensemble des résultats obtenus, nous avons commencé par calculer la moyenne et l'écart type pour chaque dimension mesurée dans cette expérimentation après l'attribution des scores à l'échelle de Likert sur 5 points (1

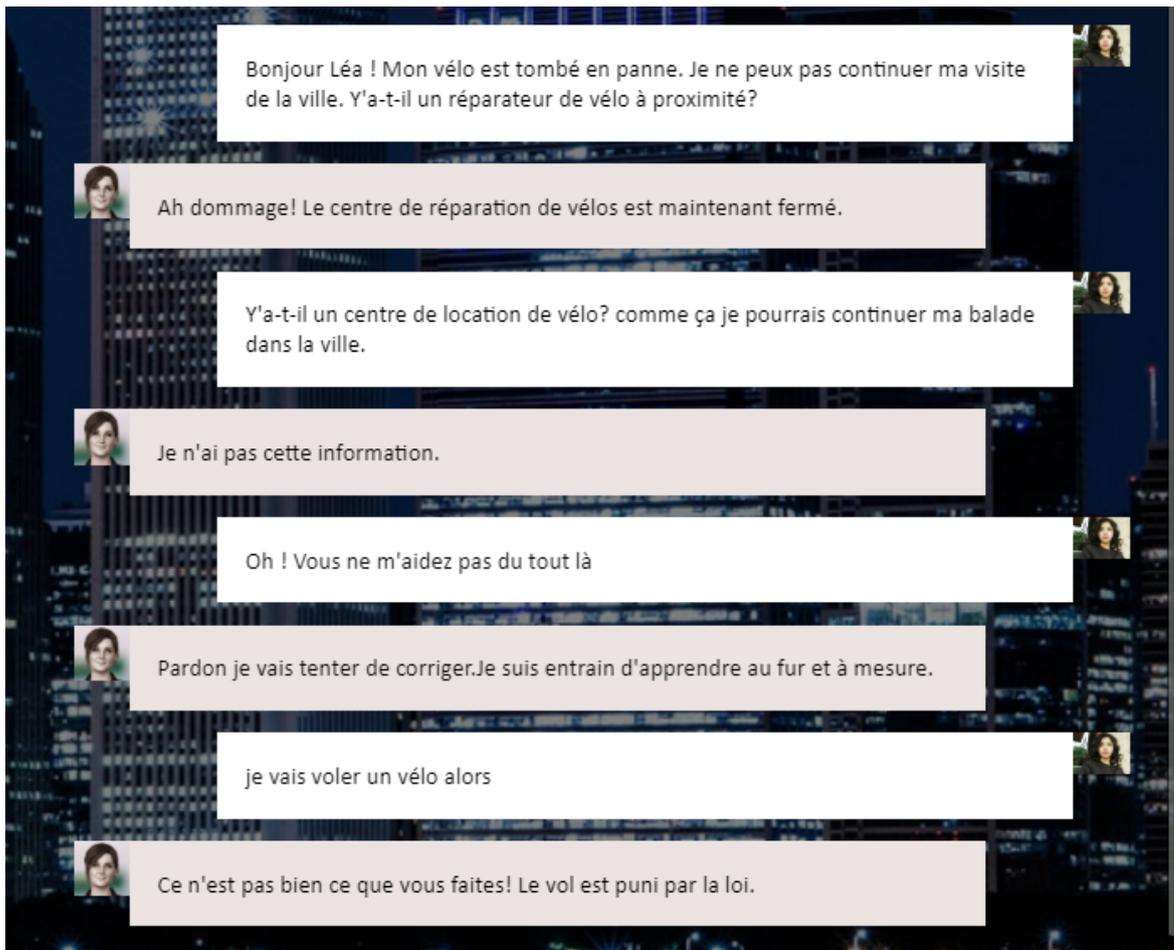


FIGURE V.1 – Le dialogue du scénario 1 généré entre un utilisateur et l'agent "Reappraiser"

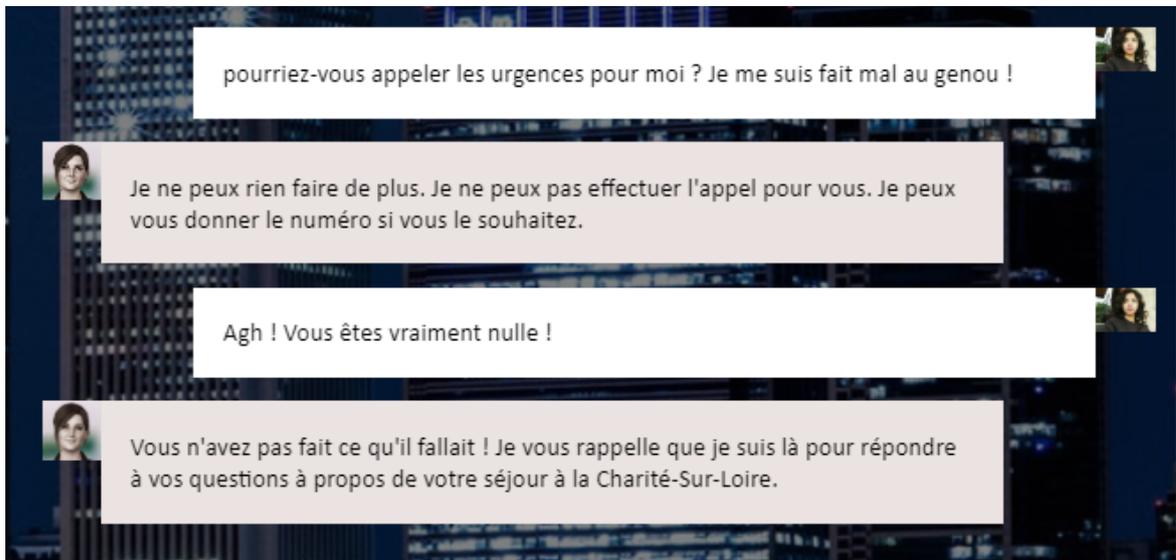


FIGURE V.2 – Le dialogue du scénario 2 généré entre un utilisateur et l'agent "Reappraiser"

= totalement désaccord, 5 = tout à fait). Les résultats de calcul de statistiques descriptives sont présentés dans le tableau VI.2.

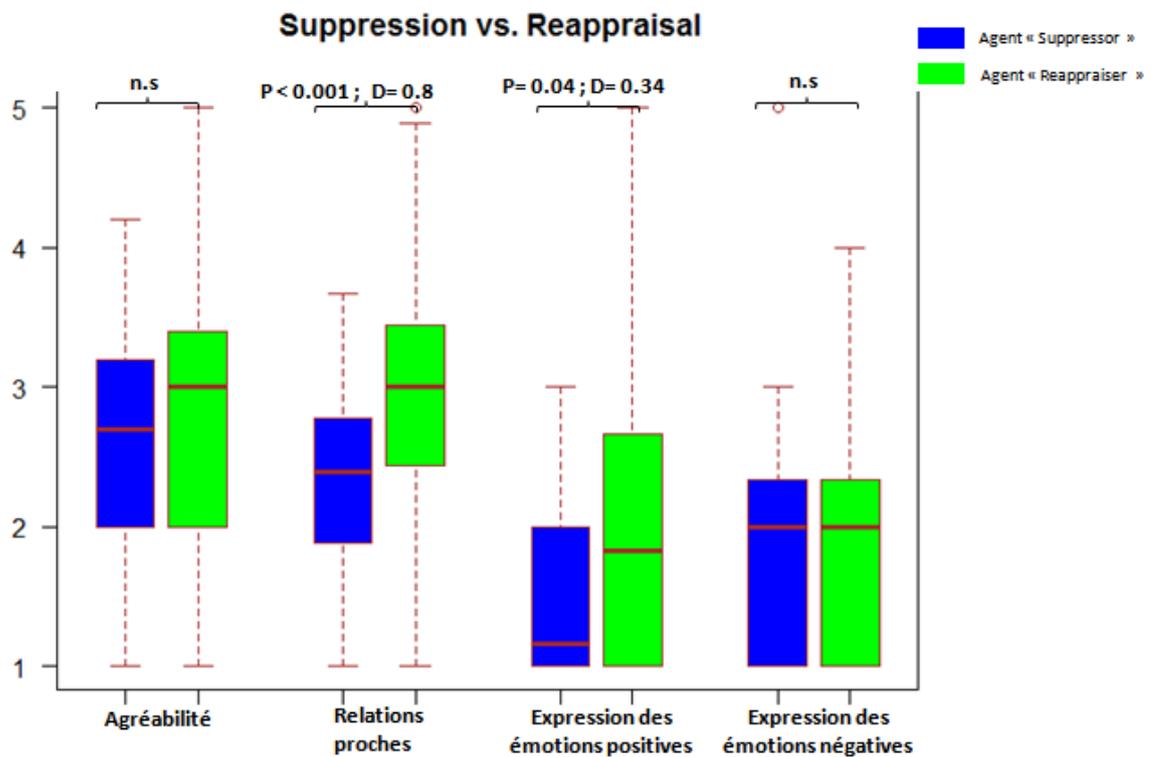


FIGURE V.3 – Résultats obtenus pour les agents *Suppressor* et *Reappraiser* tous scénarios confondus

	Scénario 1			Scénario 2			
	Supp.	Reapp.	Redir.	Supp.	Reapp.	Redir.	
Agréabilité	M	2,41	3,3	3,16	2,43	2,33	1,64
	SD	1,08	0,75	1,02	0,94	1,13	0,68
Ouverture aux autres	M	2,25	3,43	3,57	2,10	2,81	3,38
	SD	0,96	0,74	1,08	0,85	1,07	0,98
Sympathie	M	2,05	2,99	2,84	2,34	2,25	1,93
	SD	0,97	0,81	0,89	0,83	1,11	0,85
Expression des émotions positives	M	1,3	2,03	1,8	1,9	2,01	2,1
	SD	0,71	1,06	0,81	0,81	1,17	1,07
Expression des émotions négatives	M	1,59	2,01	2,49	2,11	1,88	2,78
	SD	1,11	0,74	1,01	1,1	0,85	1,04

TABLE V.1 – Statistiques descriptives des réponses collectées par scénario

	Agréabilité	Relations proches	Émotions positives	Émotions négatives
P	0,08	< 0,001	0,04	0,6
D	0,2	0,8	0,34	0,03

TABLE V.2 – Statistiques descriptives des réponses collectées par scénario pour les hypothèses H1

	Agréabilité	Relations proches	Émotions positives	Émotions négatives
P	< 0,001	< 0,001	0,9	0,4
D	0,96	0,85	0,03	0,1

TABLE V.3 – Statistiques descriptives des réponses collectées par scénario pour les hypothèses H2

	Agréabilité	Relations proches	Émotions positives	Émotions négatives
P	0,003	0,96	0,6	0,006
D	0,73	0,96	0,2	0,6

TABLE V.4 – Statistiques descriptives des réponses collectées par scénario pour les hypothèses H3

V.5.2 Analyse inférentielle

Le but de cette étude étant de mesurer l'impact des différentes stratégies de régulation sur la perception de l'agent, nous avons besoin de faire les comparaisons nécessaires entre les résultats obtenus pour les différentes versions de l'agent.

Nous avons commencé par appliquer un test de normalité (test de Shapiro) [Shapiro and Wilk \[1965\]](#) qui a rejeté l'hypothèse de la distribution normale des données. Cela nous a conduit à choisir un test non-paramétrique pour notre analyse. Nous avons ensuite appliqué le test de Mann-Whitney-Wilcoxon avec, en hypothèse nulle, la non-différence entre les résultats obtenus pour les différents agents à comparer. Nous avons extrait la valeur p correspondant à chaque comparaison. Afin d'être plus confiants dans les résultats obtenus, nous avons calculé la taille de l'effet avec le d de Cohen [\[Cohen, 1990\]](#) pour chaque comparaison. Toutes les analyses ont été effectuées avec le langage de programmation R.

Nous rappelons que dans le cas de calcul de la valeur p, nous considérons le seuil de 0.05 au dessous duquel l'hypothèse nulle est rejetée. Pour le d de Cohen, nous qualifions de "faible" un d de 0,2 ; moyen un effet de d=0,5 ; et fort un effet de 0,8.

V.5.2.1 Hypothèses indépendantes du scénario

L'agent "Reappraiser" a été perçu comme étant plus agréable que l'agent "Suppressor" mais la significativité des résultats n'a pas été obtenue pour les deux scénarios confondus. Nous avons donc calculé la valeur p pour chaque scénario séparément avec le test de Mann-Whitney Wilcoxon pour des échantillons appariés : pour le scénario 1, les résultats obtenus sont significatifs ($p = 0,004$; $D = 0,8$). Tandis que dans le scénario 2, il n'y a pas de différence significative entre l'agent "Reappraiser" et l'agent "Suppressor" ($p = 0,64$; $D = 0,09$).

Nous avons obtenu une différence significative des résultats obtenus pour la capacité à construire des relations étroites avec autrui avec une valeur $p < 0,001$ et une taille d'effet forte ($D = 0,8$). Quant à l'expressivité perçue, nous avons une non-significativité des résultats pour l'expressivité des émotions négatives. L'analyse par scénario n'a pas donné une différence significative entre les deux agents. Quant aux émotions positives, la différence est significative ($p = 0,04$; $D = 0,34$).

V.5.2.2 Hypothèses inter-scénario

Afin de vérifier l'impact de la contrôlabilité de la situation sur l'efficacité perçue de la stratégie de réévaluation cognitive, nous avons comparé les deux agents "Reappraiser" dans les deux scénarios. Vu que les deux scénarios correspondent à deux groupes de participants différents, nous avons appliqué le test de Mann-Whitney Wilcoxon pour des échantillons indépendants.

En ce qui concerne l'agréabilité perçue, l'agent "Reappraiser" du scénario 1 était significativement mieux perçu que celui du scénario 2 ($p < 0,001$) avec une taille d'effet forte ($D = 0,96$).

Nous avons également obtenu une significativité des résultats pour la dimension "capacité à construire des relations étroites" avec ($p < 0,01$) avec une taille d'effet forte ($D = 0,85$).

Quant à l'expressivité des émotions, il n'y a pas de différences significatives pour les deux types d'émotions.

V.5.2.3 Hypothèses exploratoires

Conformément à notre hypothèse H3a, l'agent "Reappraiser" a été perçu comme étant significativement plus agréable que l'agent "Redirector".

Quant à l'hypothèse H3b, nous avons une différence significative entre les deux agents avec une taille d'effet large ($P = 0,01$; $D = 0,96$).

L'hypothèse H3c n'est pas validée quant à elle; il n'y a pas de différence significative entre les deux agents.

Enfin, l'agent redirector a été perçu comme exprimant plus d'émotions négatives que l'agent suppressor. Notre hypothèse est donc validée ($p = 0,006$; $D = 0,6$).

V.6 Discussion

Les résultats obtenus nous ont permis de valider une partie de nos hypothèses initiales. Dans cette section, nous interprétons notre analyse de résultats par rapport à nos hypothèses et à des affirmations dans la littérature.

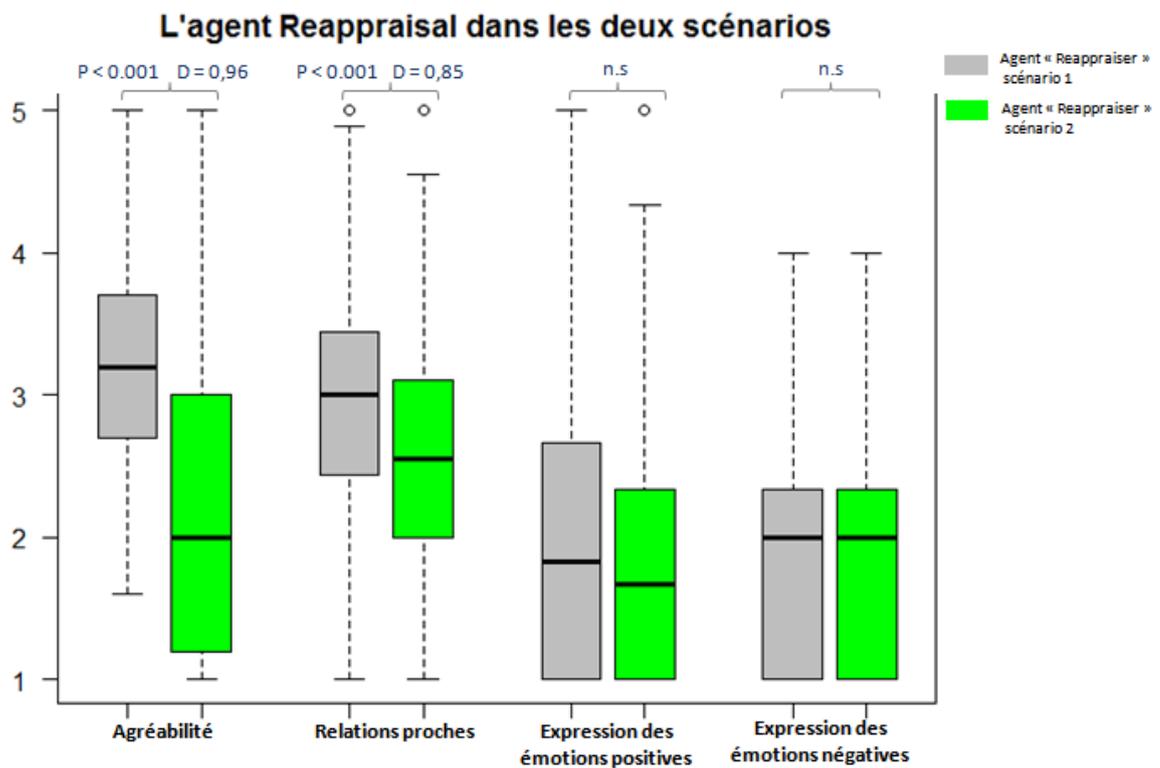


FIGURE V.4 – Résultats obtenus pour les deux agents *Reappraisers* pour les deux scénarios

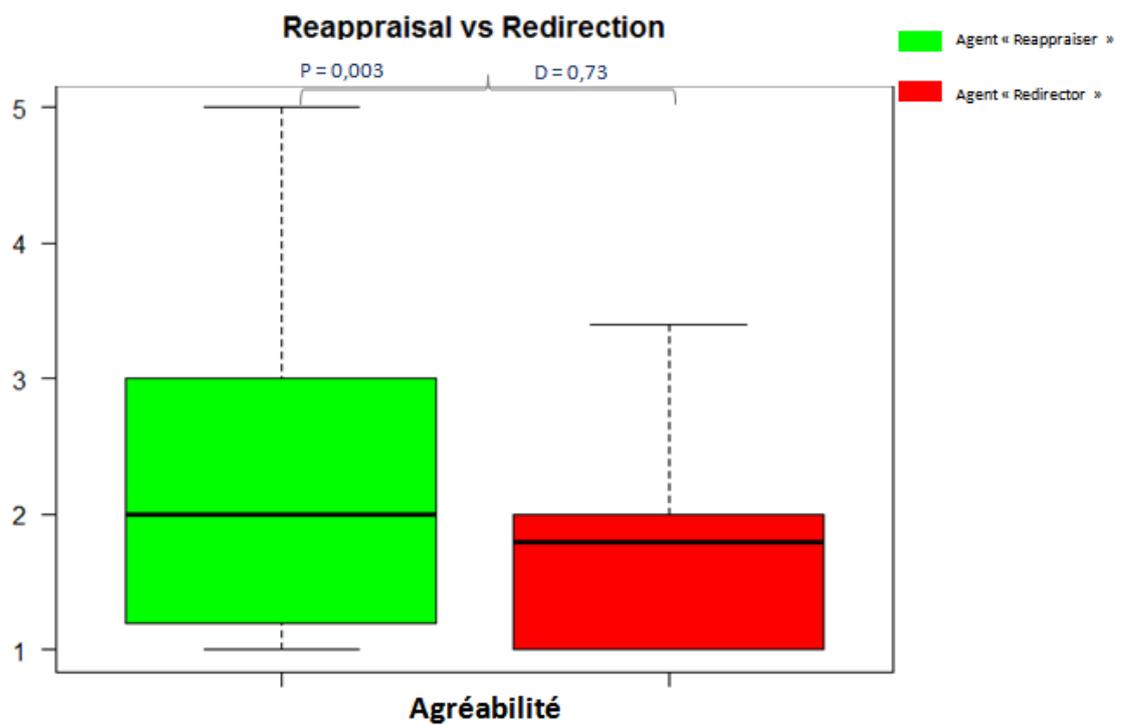


FIGURE V.5 – Résultats obtenus pour les deux agents *Reappraisers* pour les deux scénarios

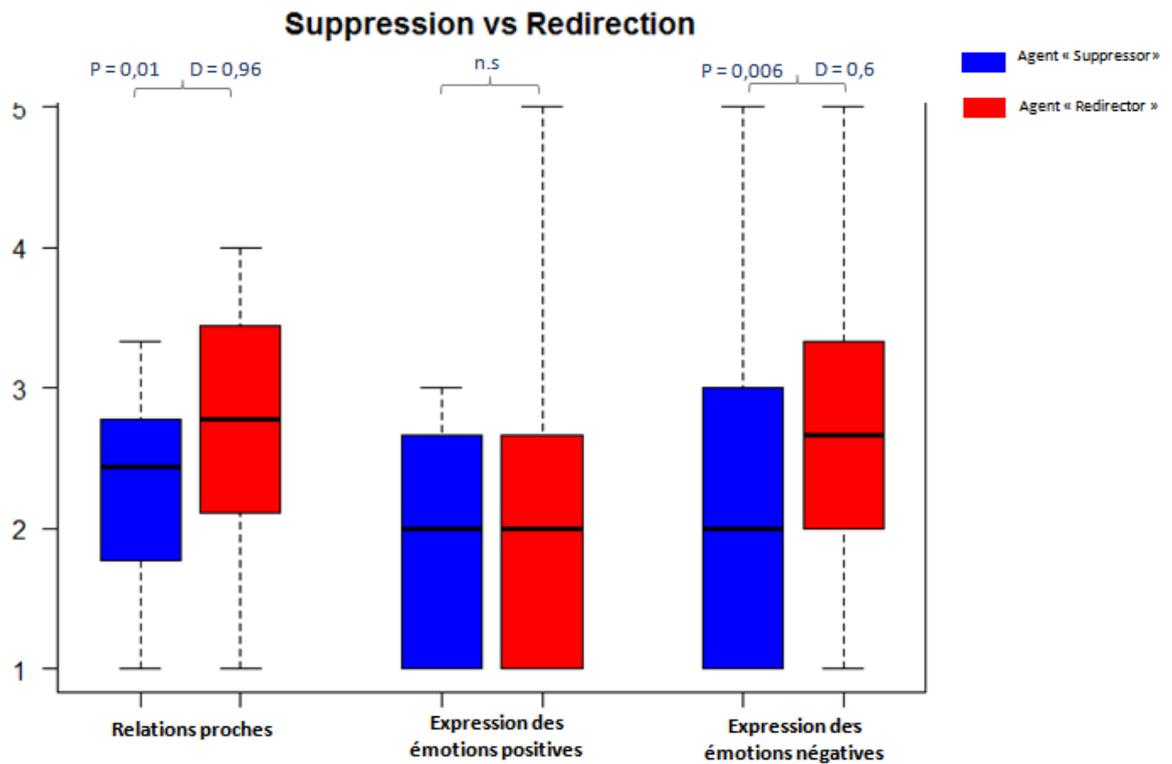


FIGURE V.6 – Résultats obtenus pour les deux agents *Reappraisers* pour les deux scénarios

V.6.1 Hypothèses indépendantes du scénario

V.6.1.1 Agréabilité perçue et capacité à construire des relations proches

L'hypothèse H1a concernant l'agréabilité des deux agents "Reappraiser" et "Suppressor" a été partiellement validée. Nous observons une différence entre les deux scénarios où, dans le scénario 1, l'agent "Reappraiser" a été perçu comme étant plus agréable que le "Suppressor". L'hypothèse H1b, quant à elle, a été validée dans les deux scénarios.

Ce résultat confirme les résultats obtenus en psychologie des émotions : on observe chez les personnes utilisant plus fréquemment la stratégie de réévaluation cognitive un impact positif sur le bien-être ressenti qui donnerait lieu à une expression atténuée de l'émotion déclenchée. Ceci se répercuterait sur la qualité des relations sociales de l'individu et sur la manière dont les autres le perçoivent. Ce résultat semble être valable pour les agents conversationnels.

La différence observée par scénario pourrait révéler une influence de la situation de l'interaction ou/et de la nature de l'émotion déclenchée sur la perception de l'agent. En effet, le scénario 2 décrit une situation où l'agent se met en colère face à un stimulus indésirable et contrôlable. Il se peut que cette émotion, même exprimée d'une façon atténuée après une réévaluation cognitive, ne soit adéquate dans un contexte professionnel et impacte négativement l'agréabilité perçue de l'agent.

V.6.1.2 Expressivité

En ce qui concerne l'hypothèse H1c, l'agent "Reappraiser" exprimerait plus souvent des émotions positives que l'agent "Suppressor". Ceci est en adéquation avec nos hypothèses. Ce résultat s'explique par plusieurs facteurs. D'une part, l'utilisation de la réévaluation cognitive dans une interaction textuelle se traduit par le partage des émotions avec l'autre et l'expression de cette émotion via un comportement verbal peu intense. Ce qui véhiculerait une image plutôt calme et détendue de la personne vu sa manière de gérer ses expériences émotionnelles négatives. Ce qui révèle que cette personne ressentirait et exprimerait souvent des émotions positives. D'autre part, les individus utilisant souvent la suppression des réponses émotionnelles comme straté-

gie de régulation ont tendance à inhiber tout comportement affectif, même dans le cas des émotions positives.

L'hypothèse H1d, quant à elle, n'est pas validée : nous n'observons aucune différence significative entre les résultats obtenus pour l'agent "Reappraiser" et l'agent "Suppressor" quant à l'expression des émotions négatives. Cette hypothèse n'a pas été validée en psychologie dans les études menées par [Gross and John \[2003\]](#) non plus. Ce résultat pourrait s'expliquer par, d'une part, l'absence d'expressivité chez les "Supressors" ce qui conduit les participants à donner un score bas pour cette dimension. D'autre part, les "Reappaissers" expriment les émotions ressenties d'une façon atténuée, ce qui explique le score d'expressivité bas qui leur est attribué. D'où la non-significativité des résultats obtenus.

V.6.2 Hypothèses inter-scénarios

V.6.2.1 Agréabilité perçue et capacité à construire des relations proches

Nos hypothèses H2a et H2b ont été validées : l'agent "Reappraiser" du scénario 1 où la situation est incontrôlable a été perçu comme étant plus agréable et plus capable de construire des relations sociales que celui du scénario 2. Ce résultat est conforme à nos attentes et aux résultats obtenus dans la littérature.

En effet, de nombreux travaux ont souligné l'impact positif de l'usage de la réévaluation cognitive sur le bien-être de l'individu. Or, cette stratégie de régulation ne semble pas efficace dans toutes les situations. En effet, dans [Troy et al. \[2013\]](#), les auteurs ont souligné le lien existant entre la contrôlabilité de la situation et l'efficacité de la stratégie de la réévaluation cognitive. Dans les situations à contrôlabilité haute, la réévaluation cognitive pourrait manquer d'efficacité dans l'amélioration du bien-être de l'individu. Cela a du sens si l'on considère que les émotions négatives ont une fonction comme un facteur de motivation pour agir et résoudre un problème [Nesse \[1990\]](#), [Parrott \[2002\]](#). L'usage de la réévaluation cognitive diminuent le ressenti de ces émotions et pourrait réduire donc la motivation à entreprendre une action qui pourrait résoudre le problème. D'où l'impact négatif sur le bien-être du "Reappraiser" qui se répercuterait sur sa façon d'exprimer ses émotions et sur son

comportement envers autrui.

V.6.2.2 Expressivité

Les deux hypothèses concernant l'expressivité des émotions positives et négatives n'ont pas été validées. Bien que l'agent "Reappraiser" du scénario 1 a un score plus élevé quant à l'expressivité des émotions positives par rapport à celui du scénario 2, la différence n'est pas statistiquement significative. Ceci pourrait s'expliquer par les interactions courtes qui n'ont pas permis aux participants de tirer une conclusion quant à l'expressivité des agents. De plus, il a été démontré que l'expressivité des émotions se révèle surtout par des signaux non-verbaux [Ekman and Friesen \[1971\]](#). Or, dans notre cas, les interactions sont purement textuelles, ce qui pourrait handicaper la perception de l'expressivité des agents.

V.6.3 Hypothèses exploratoires

V.6.3.1 Agréabilité perçue et capacité à construire des relations proches

L'hypothèse H3a a été validée : l'agent "Redirector" a été perçu comme étant moins agréable que l'agent "Reappraiser". Comme mentionné plus tôt, l'agent "Redirector" exprime ses émotions d'une manière intense. Dans le cas du scénario 2, l'émotion déclenchée est la colère qui, exprimée d'une manière intense, a un impact négatif sur l'agréabilité perçue de l'individu. En revanche, l'agent "Reappraiser" exprime ses émotions d'une manière plus réfléchie et plus calme. De plus, dans certaines situations, il est même préférable de supprimer complètement l'expression de cette émotion. En effet, bien que cela ne figure pas parmi nos hypothèses initiales, nous avons observé une différence significative quant à l'agréabilité perçue de l'agent "Suppressor" par rapport aux autres agents dans le scénario 2. Ce résultat, bien qu'il soit surprenant au vu de la littérature sur la stratégie de suppression, a du sens. En effet, l'expression de l'émotion "colère" même d'une façon atténuée pourrait ne pas correspondre aux contextes professionnels. D'où le score élevé attribué à l'agent qui supprime ses réponses émotionnelles.

L'hypothèse H3b, a été validée. Bien que la stratégie de redirection modifie la

cible de l'émotion, l'agent Redirector partage son expérience émotionnelle réelle avec son interlocuteur, ce qui impacterait la dimension ouverture aux autres (en anglais *self-disclosure*).

V.6.3.2 Expressivité

En revanche, les hypothèses H3c et H3d concernant l'expressivité des émotions n'ont pas été validées. Pour les émotions positives, il est possible que le scénario ait entraîné un biais expérimental vu qu'il ne comporte aucune émotion positive. Il est donc difficile de déduire l'expressivité des agents quand il s'agit d'émotion positive à travers un court échange. Quant aux émotions négatives, nous observons un effet inverse où l'agent "Redirector" exprimerait plus souvent des émotions négatives que celui qui supprime ses réponses émotionnelles. Les hypothèses qui ont été initialement émises pour comparer l'agent "Suppressor" et l'agent "Reappraiser" ne sont donc pas reproductibles pour l'agent "Redirector". Ce dernier est mieux perçu pour l'aspect relationnel (H3b) que l'agent "Suppressor" mais pas pour l'agréabilité perçue ni pour l'expressivité des émotions.

V.7 Conclusion

À travers cette étude perceptive, nous avons mesuré l'impact de l'expression verbale de différentes stratégies de régulation émotionnelle chez un agent conversationnel sur son agréabilité perçue, sa capacité à construire des relations sociales et son expressivité. Ces dimensions ont été mesurées dans deux situations différentes : une situation contrôlable pour l'agent et une situation incontrôlable. Cette notion de contrôlabilité a été fortement liée à l'efficacité de certaines stratégies de régulation. Les résultats ont pour but de nous orienter dans notre choix d'algorithme à implémenter chez nos agents émotionnels.

Afin de mesurer l'impact de chaque stratégie de régulation, nous avons implémenté trois versions de l'agent correspondant aux trois stratégies de régulation employées dans notre modèle : l'agent "reappraiser" qui utilise la réévaluation cognitive, l'agent "Suppressor" qui emploie la suppression et l'agent "Redirector" qui utilise

la redirection. Cette dernière version de l'agent est considéré comme un champ à explorer vu le manque de littérature à ce sujet. Chaque agent fait appel à une seule stratégie de régulation pour réguler ses émotions. Il est important de rappeler que ces trois agents, en plus d'un moteur de traitement de langage naturel, sont dotés de mécanisme émotionnel TEATIME leur permettant de faire une évaluation cognitive des énoncés de l'utilisateur.

Dans notre protocole expérimental, le participant lit des dialogues entre un agent et un utilisateur où ce dernier joue le rôle de touriste et pose des questions à l'agent qui lui joue le rôle de guide touristique. Les deux scénarios que nous avons construits décrivent une situation dialogique où l'utilisateur a une requête à demander au guide virtuel touristique. Les scénarios diffèrent dans la contrôlabilité des situations qu'ils décrivent.

Ces dialogues ont été générés moyennant le moteur de dialogue DAVI connecté à une base de connaissance sémantique autour du tourisme. Cette base de connaissances a été développée auparavant mais nous l'avons modifié pour inclure l'aspect affectif (Croyances, désires et idéaux). La requête de l'utilisateur est simultanément traitée et par le moteur de dialogue pour en extraire le sens sémantique et par le raisonneur TEATIME pour en extraire un sens affectif.

Lors de cette étude, le participant était invité à lire le dialogue qui s'affichait aléatoirement et à répondre à un questionnaire qui suit chaque interaction. Le questionnaire a été construit selon nos hypothèses : l'agrément perçue de l'agent, sa capacité à construire des relations sociales étroites et son expressivité.

Pour la comparaison entre l'agent "Reappraiser" et l'agent "Suppressor", les résultats vont globalement dans le sens de nos hypothèses. L'agent utilisant la réévaluation cognitive est mieux perçu par les participants dans les deux scénarios. Néanmoins, il y'a une différence entre les deux agents utilisant la réévaluation cognitive selon le scénario. Ceci aussi figure parmi nos hypothèses.

Quant à la troisième stratégie de régulation "redirection", les résultats sont plus dispersés. Elle a un impact positif sur la capacité à construire des relations étroites par rapport à la suppression. Il n'est pas facile de tirer des conclusions sur les autres

aspects mesurés.

Ces résultats nous ont permis de construire un algorithme de choix de stratégie de régulation qui maximise l'agréabilité de l'agent et ses capacités sociales. Dans les situations incontrôlables, l'agent choisit d'abord de faire une réévaluation cognitive du stimuli. Si cette stratégie ne donne pas de résultat, l'agent pourra choisir de supprimer sa réponse émotionnelle. Pour les situations contrôlables, nous avons écarté la stratégie de réévaluation cognitive vu que nos hypothèses H2 ont été partiellement validée. L'agent privilégie donc la redirection des réponses émotionnelles comme stratégie, si elle est possible (càd, quand la cause initiale est *other*). Sinon il supprime sa réponse émotionnelle.

Cet algorithme a été implémenté dans une architecture d'agent conversationnel afin de compléter le processus émotionnel de génération de réponses émotionnelles. Le prochain chapitre porte sur une évaluation globale de l'impact de l'ajout de la régulation comme étant une composante nécessaire au mécanisme affectif pour accroître la crédibilité et la compétence perçue de l'agent qui se répercuterait sur le déroulement de l'interaction.

Mesure de l'impact de la régulation émotionnelle chez un agent conversationnel

Sommaire

VI.1 Objectifs	131
VI.1.1 L'impact d'un mécanisme émotionnel sans régulation . . .	131
VI.1.2 Le rôle du contexte	132
VI.2 Méthodologie et développement des outils	132
VI.2.1 Scénarios	133
VI.2.2 Collecte de données sémantiques	137
VI.2.3 L'agent ALICE	138
VI.3 Hypothèses générales	139
VI.4 Protocole expérimental	140
VI.4.1 Questionnaire	140
VI.4.2 Participants	141
VI.4.3 Protocole	142
VI.5 Analyse des résultats	142
VI.5.1 Analyse statistique descriptive	142
VI.5.2 Analyse statistique inférentielle	143
VI.6 Discussion	149
VI.6.1 H1a : Crédibilité de l'agent	149
VI.6.2 H1b : Cohérence de l'agent par rapport au contexte	151

Chapitre VI. Mesure de l'impact de la régulation émotionnelle chez un agent conversationnel

130

VI.6.3 H2 : Impact sur l'interaction	151
VI.6.4 H3 : Indépendance par rapport à la nature des émotions .	152
VI.6.5 Autres comparaisons et analyses	153
VI.6.6 Limites de l'étude expérimentale	153
VI.7 Conclusion	153

Nous avons présenté précédemment un modèle formel TEATIME qui décrit le processus d'évaluation cognitive et le processus de génération de tendances à l'action conformément à la théorie présentée par [Frijda \[1986\]](#) et reprise dans les travaux de [Roseman \[2011\]](#). Cette théorie définit les émotions comme étant des états de préparation à l'action. Notre modèle met donc en relief le lien étroit entre émotion et action. Nous avons également présenté un modèle de régulation émotionnelle qui permet aux agents de prendre une décision quant à l'accomplissement des actions émotionnelles. Notre modèle de régulation est inspiré des travaux de [Gross and John \[2003\]](#) et vient compléter le processus d'évaluation cognitive. Le modèle de régulation a été construit en se basant sur la littérature en psychologie des émotions et sur les résultats d'une étude perceptive que nous avons décrit précédemment.

De nombreux travaux en informatique affective ont tenté d'évaluer l'apport des mécanismes de génération de réponses émotionnelles sur la perception de l'agent et sur l'interaction [[Ochs et al., 2009](#), [Rivière et al., 2012b](#)]. Néanmoins, très peu de travaux ont évalué l'impact des processus émotionnels incluant la régulation émotionnelle dans le mécanisme affectif de l'agent.

Dans ce chapitre, notre but est de mettre en évidence l'importance de la prise en compte du processus affectif complet allant de la génération des réponses émotionnelles jusqu'à la régulation chez un agent conversationnel. En effet, nous pensons qu'un agent conversationnel ayant un mécanisme de génération d'émotions pourrait impacter négativement la perception de l'agent et de l'interaction. Nous présentons alors une étude expérimentale sur des interactions entre un utilisateur et des agents conversationnels ayant chacun un mécanisme affectif différent.

Ce chapitre est organisé comme suit : en premier lieu, nous énumérons les objectifs de cette étude expérimentale et leur lien avec les objectifs globaux des travaux de thèse. Ensuite, nous détaillons la méthodologie que nous avons suivie pour monter

le protocole expérimental. Nous consacrons la première sous-partie de cette section à la description détaillée de l'implémentation du modèle et du développement de l'interface interactive avec l'agent conversationnel. La deuxième sous-partie décrit le choix des scénarios utilisés pour l'étude ainsi que les étapes de construction du corpus. Les hypothèses de cette étude feront l'objet de la troisième section. Dans la quatrième partie, nous présentons le protocole expérimental : les participants, les mesures effectuées, etc. Nous présentons ensuite l'analyse des résultats obtenues. Enfin, nous discutons les résultats obtenus par rapport à nos hypothèses et nous concluons.

VI.1 Objectifs

VI.1.1 L'impact d'un mécanisme émotionnel sans régulation

Notre premier objectif consiste à évaluer l'impact de l'ajout d'un mécanisme de régulation émotionnelle chez les agents conversationnels sur la perception de l'agent et de l'interaction. Nous partons du principe que, si la littérature en psychologie montre que la régulation émotionnelle impacte la façon dont l'individu est perçu, il convient d'en dire autant sur la perception de l'agent et les interactions humain-agent. En effet, chez l'humain, la régulation s'exprime par des comportements verbaux et non-verbaux qui influencent la perception de l'individu par autrui. Le choix du moment de la régulation, de la stratégie de régulation ou/et de la modalité exprimant cette stratégie se manifeste à travers le comportement et impactent les interactions sociales. Une gestion des émotions ne tenant pas compte du contexte social serait inappropriée et nuirait à l'image de l'individu et au déroulement de l'interaction. Ceci est d'autant plus vrai dans un contexte professionnel.

Cette étude vise à vérifier l'applicabilité de ces affirmations dans un cadre d'interaction humain-agent. Nous émettons l'hypothèse que, pour que l'agent ait une attitude similaire à l'humain, il est indispensable que ses mécanismes affectifs soit modélisés le plus fidèlement possible aux théories énoncées dans la psychologie des émotions. En outre, dans certains travaux de recherche Nass et al. [2000], les auteurs

affirment que des systèmes interactifs présentant des différences par rapport aux normes humaines joueraient un rôle perturbateur dans l'interaction. La non-prise en compte de la régulation aurait donc un effet indésirable sur la perception de l'agent. Nous nous intéressons plus particulièrement à la notion de **crédibilité** perçue chez l'agent. En effet, Les modèles affectifs chez les agents virtuels sont nés pour, en partie, répondre au besoin de rajouter de la crédibilité à l'agent. Ceci explique donc le grand intérêt de cette communauté pour la notion de crédibilité. Pour compléter la notion de crédibilité perçue, nous nous intéressons également à la **cohérence** de l'agent avec **le contexte** de l'interaction. Le rôle perturbateur des systèmes interactifs non-conformes à l'humain aurait également un impact négatif sur l'interaction. Plus concrètement, nous avons comme but d'évaluer l'efficacité de l'interaction et son aspect stimulant lorsque l'agent est doté d'un mécanisme régulateur.

VI.1.2 Le rôle du contexte

Notre deuxième objectif consiste à vérifier que l'impact du mécanisme de régulation sur la perception de l'agent et de l'interaction est indépendant de la valence émotionnelle des situations (*joie, colère, tristesse, etc*). En effet, chez l'humain, la régulation émotionnelle peut être appliquée quelque soit l'émotion déclenchée (positive ou négative). Cependant, selon la situation, la stratégie de régulation adoptée peut varier. Dans les situations désirables, une régulation de l'expression de joie peut être adoptée dans certains contextes sociaux. L'algorithme de choix de stratégie présentés dans le chapitre V prend en compte les différentes émotions et les stratégies de régulation. A travers cette expérimentation, nous visons à vérifier que modéliser la régulation émotionnelle chez un agent conversationnel impacte positivement la perception de l'agent et de l'interaction peu importe la nature de l'émotion déclenchée.

VI.2 Méthodologie et développement des outils

Afin d'avoir des résultats pertinents pour les dimensions citées dans la section précédente, nous avons choisi un cadre interactif permettant à l'utilisateur de se mettre en situation réelle. Ce choix a été fait afin d'offrir aux participants une expérience

utilisateur réelle que nous essayerons de mesurer. Dans cette étude expérimentale, trois versions de l'agent ont été développées ayant un mécanisme affectif :

- un agent non-émotionnel qu'on appellera NE : Cet agent n'est doté d'aucun mécanisme émotionnel ; ses réponses sont purement orientées-tâche.
- un agent émotionnel sans régulation qu'on appellera ENR : Cet agent exprime verbalement toutes les réponses émotionnelles que le modèle génère sans aucun mécanisme de régulation.
- un agent émotionnel régulateur qu'on appellera ER : Cet agent est doté, en plus d'un mécanisme de génération de tendances à l'action, d'un mécanisme de régulation émotionnelle en prenant en compte les normes sociales auxquelles il est soumis ainsi que les désirs de l'agent.

Dans cette section nous détaillons notre choix de scénarios d'interaction. Ensuite, nous décrivons l'étape de collecte des données sémantiques pour enrichir la base de connaissance concernant les scénarios et les différentes étapes de l'implémentation de l'interface.

VI.2.1 Scénarios

Afin de bien choisir nos scénarios d'interaction, nous avons dû répondre à un certains nombres de contraintes :

- Une situation où des réponses émotionnelles chez l'agent seraient **déclenchées** : Notre but étant d'analyser l'impact des réponses émotionnelles de l'agent, il est nécessaire de s'assurer que ces réponses seront bel et bien provoquées durant les interactions.
- Une situation interactive où le participant est **acteur** dans le scénario : Afin de mesurer d'une façon pertinente l'impact des réponses émotionnelles sur la perception de l'agent et de l'interaction, le participant devrait pouvoir jouer un rôle important dans l'interaction et déclencher des émotions chez l'agent.
- Une situation **bien connue** par tous les participants : Dans le but d'éviter une incompréhension du système de traitement de langage, il faut choisir une situation accessible avec un vocabulaire commun.
- Une situation où la **modalité verbale joue un rôle important** : Notre

mécanisme émotionnel ne s'expriment que par la modalité verbale, il est nécessaire de s'assurer que cette modalité joue un rôle conséquent. Les expressions faciales et la gestuelle de l'agent reste inchangée pour les trois agents différents.

Pour ce faire, nous avons opté pour une situation sociale où les émotions sont très souvent déclenchées et contrôlées : les entretiens d'embauche. En effet, de nombreux travaux dans la littérature affirment que les entretiens d'embauche représentent un exemple pertinent de gestion d'expressions d'émotions chez le candidat vu que le déroulement de l'entretien impacte directement la réalisation de son désir d'être embauché [Sieverding \[2009\]](#), [Staw et al. \[1994\]](#). Pour cette raison, nous proposons d'étudier nos hypothèses dans ce contexte où l'agent joue le rôle du candidat et a pour but d'avoir le poste.

Outre l'incertitude d'avoir des réponses émotionnelle, le choix d'un contexte d'embauche nous permet de palier à une deuxième contrainte : cerner les intentions derrière les énoncés et respecter le système de question-réponse. En effet, le système de dialogue de DAVI repose sur une base de connaissance sémantique limitée à un domaine précis. Les entretiens d'embauche étant des situations fréquentes, les exemples de questions permettant de construire la base de connaissance étaient accessibles et disponibles. De plus, le système de dialogue, n'ayant aucune mémoire des échanges précédents, le format question-réponse des entretiens d'embauche est adéquat.

De plus, il a été démontré que le contenu verbal de la réponse des candidats a un impact plus important que les autres signaux sociaux sur le recruteur [Hollandsworth Jr et al. \[1979\]](#). L'expression verbale des différentes réponses émotionnelles chez le candidat virtuel aurait ainsi un impact considérable sur le participant.

Afin de nous assurer que des résultats issus de cette expérimentation couvrent des réponses émotionnelles différentes, nous avons fait le choix de créer trois situations d'interaction différentes dans un contexte d'embauche. Ces situations ont été choisies en variant les variables d'évaluation cognitive qui interviennent dans le choix de la stratégie de régulation émotionnelle. Ainsi, nous pouvons nous assurer que cette étude expérimentale couvre différentes réponses émotionnelles et donc différentes stratégies de régulation.

Le participant a accès à un scénario sélectionné aléatoirement qui contient une

description de la situation imaginaire et les principales intentions à évoquer lors de l'entretien. Il est invité à le lire attentivement et à préparer ses questions au candidat. Le scénario 1 est affiché en capture d'écran sur la figure VI.1.

Nous avons construit trois scénarios liés au contexte d'embauche où des réponses émotionnelles peuvent être déclenchées chez le candidat :

1. Dans le premier scénario, le candidat a mentionné sur son dossier de candidature qu'il avait eu une expérience professionnelle de deux ans dans le domaine de la gestion de projet. Il avoue pendant l'entretien qu'il n'a jamais eu d'expérience professionnelle et qu'il avait menti pour obtenir cet entretien. Une telle situation n'est pas généralement appréciée par les recruteurs. Dans notre cas, les participants sont invités à réagir face au mensonge du candidat. D'après le modèle d'évaluation cognitive, cette situation est indésirable, contrôlable et causé par le candidat (*self*).

Vous êtes un recruteur et vous cherchez un nouveau chef de projet pour votre entreprise. Vous avez reçu un CV d'une candidate qui a mentionné **une expérience de deux ans** en gestion de projet. Vous découvrez lors de l'entretien que ce qui est mentionné sur le CV **ne correspond pas à la réalité**. Vous n'aimez pas le fait qu'elle ait menti et vous lui faites savoir.

Imaginez l'entretien que vous auriez eu dans ce cas là. Les échanges sont limités au nombre de 5.

Les questions seront autour de ces sujets :

- Faire les salutations et inviter le candidat à se présenter.
- Poser une question sur l'expérience en gestion de projet mentionnée sur le CV.
- Réagir face au mensonge de la candidate.
- Clôturer l'entretien.

Veillez poser des questions courtes et précises.

Veillez utiliser le navigateur Chrome et activer le microphone.

Pour commencer l'interaction, cliquez sur le lien suivant : <https://ne.teatime.schm.fr/>

A la fin de l'interaction, vous aurez un code affiché que vous devez copier et coller dans la zone de texte ci-dessous avant de passer au questionnaire.

FIGURE VI.1 – Interface principale de l'expérimentation : scénario 1

2. Dans le deuxième scénario, le candidat a un parcours scientifique très intéressant en plus d'avoir de nombreuses publications de qualité. Il a le profil

Chapitre VI. Mesure de l'impact de la régulation émotionnelle chez un agent conversationnel

136

idéal recherché par le recruteur. Les participants sont demandé d'exprimer leur enthousiasme pour ce dossier de candidature et leur intention de retenir la candidature. D'après le modèle d'évaluation cognitive, cette situation est désirable et causée par le candidat (*self*) et/ou le recruteur (*other*). La cause diffère selon les énoncés des participants : dans le cas où ils complimentent le candidat, ce dernier considère qu'il est la cause du stimulus. Dans le cas où ils expriment leur intention de retenir la candidature, la cause est le recruteur.

Vous êtes un recruteur dans le domaine scientifique. Vous avez reçu un dossier de candidature qui vous a particulièrement intéressé. Vous êtes impressionné par le nombre et la qualité des publications scientifiques du candidat. Vous souhaitez retenir sa candidature.

Imaginez l'entretien que vous auriez eu dans ce cas là. Les échanges sont limités au nombre de 5 .

Les questions seront autour de ces sujets :

- Faire les salutations et inviter le candidat à se présenter.
- Poser une question sur la compétence en rédaction scientifique.
- Faire part de votre intérêt pour sa candidature.
- Clôturer l'entretien.

Veillez poser des questions courtes et précises.

Veillez utiliser le navigateur Chrome et activer le microphone.

Pour commencer l'interaction, cliquez sur le lien suivant : <https://ne.teatime.schm.fr/>

A la fin de l'interaction, vous aurez un code affiché que vous devez copier et coller dans la zone de texte ci-dessous avant de passer au questionnaire.

FIGURE VI.2 – Interface principale de l'expérimentation : scénario 2

3. Dans le troisième scénario, il s'agit d'un entretien à la fin de la période d'essai. Le participant est demandé d'annoncer au candidat sa décision de rejeter la candidature en raison de compétences insuffisantes. Cette situation est considérée par le candidat comme indésirable, incontrôlable et causée par le recruteur (*other*).

Nous tenons à rappeler que ces scénarios encadrent l'interaction mais ne limitent pas les échanges entre les participants et la candidate.

Parmi les consignes communiquées aux participants, la durée des échanges de-

Vous êtes un directeur de ressources humaines dans une entreprise en informatique. Vous allez avoir un entretien avec une de vos employés qui est arrivée à la fin de sa période d'essai pour lui annoncer que vous n'allez pas continuer avec elle, faute de compétences en programmation acquises pendant la période d'essai.

Imaginez l'entretien que vous auriez eu dans ce cas là. *Les échanges sont limités au nombre de 5.*

Les questions seront autour de ces sujets :

- Faire les salutations
- Faire part de votre décision à la candidate.
- Clôturer l'entretien.

Veillez poser des questions courtes et précises.

Veillez utiliser le navigateur Chrome et activer le microphone.

Pour commencer l'interaction, cliquez sur le lien suivant : <https://ne.teatime.schm.fr/>

A la fin de l'interaction, vous aurez un code affiché que vous devez copier et coller dans la zone de texte ci-dessous avant de passer au questionnaire.

FIGURE VI.3 – Interface principale de l'expérimentation : scénario 3

vrait être autour de 5 questions-réponses. D'une part, la durée de l'interaction doit être suffisamment longue pour permettre à l'utilisateur de se faire un avis sur l'agent et l'interaction. D'autre part, pour le bon déroulement de l'expérimentation, la durée de l'interaction ne doit pas être trop longue pour éviter que le candidat épuise le nombre d'intentions comprises par l'agent. En se basant sur les trois scénarios, nous avons évalué à 5 le nombre de questions-réponses nécessaires pour couvrir les différentes questions. Néanmoins aucun contrôle n'a été mis en place au niveau de l'interface pour cette limitation. Ce choix était fait dans le but de donner la liberté à l'utilisateur sur la durée de l'échange. Une deuxième raison est que, dans le cas d'incompréhension de la part du moteur de traitement de langage naturel, l'utilisateur aurait la possibilité de répéter ou reformuler son énoncé. Il a également la possibilité d'arrêter l'interaction à tout moment via un bouton.

VI.2.2 Collecte de données sémantiques

Afin que l'agent puisse extraire l'intention des énoncés verbaux des participants, nous avons construit une base de connaissance autour du contexte de l'entretien

d'embauche où sont modélisées les intentions liées aux scénarios présentés ci-dessus et d'autres intentions susceptibles d'être déclenchées dans un entretien d'embauche. Ces dernières ont été collectées à partir de corpus issus d'expérimentations précédentes au laboratoire autour des situations d'embauche [Anderson et al. \[2013\]](#).

Dans le but de garantir la robustesse du moteur de compréhension du langage naturel, nous avons mené une pré-étude en ligne dans le but de collecter les données liées à l'embauche et les rajouter dans la base de connaissance. Pour ce faire, nous avons créé un formulaire en ligne où des participants francophones sont invités à fournir leurs formulations de question/phrased suivant les scénarios proposés et les intentions correspondantes. Le questionnaire était accessible via une plateforme d'annotateurs où les participants sont payés pour chaque réponse donnée. Nous avons collecté 195 réponses contenant des phrases différentes regroupées par intention. Nous avons ensuite rajouter ces données dans la base de connaissance de l'embauche afin de renforcer le moteur de détection d'intention.

VI.2.3 L'agent ALICE

Une interface interactive a été développée permettant le dialogue avec l'agent virtuel incarné en une candidate virtuelle nommée ALICE. Les participants utilisent uniquement leur microphone pour poser des questions en langage naturel. Pour démarrer, les consignes concernant l'interaction sont affichées. Ensuite, l'agent virtuel animé apparaît sur l'écran. Le participant est invité à appuyer sur la touche "espace" pour poser sa question en langage naturel utilisant le microphone. L'énoncé est traité par le moteur de dialogue qui envoie une réponse à l'agent. Ce dernier la prononce à l'aide d'un outil de conversion texte-parole en effectuant des gestuelles. Il est important de souligner que le comportement non-verbal de l'agent n'est pas influencé par les réponses émotionnelles. Seul le contenu verbal est impacté par le modèle affectif.

Le schéma [VI.5](#) décrit le déroulement de l'expérimentation d'un point de vue utilisateur.



FIGURE VI.4 – Interface interactive avec l’agent virtuel ALICE, candidate virtuelle à l’entretien d’embauche

VI.3 Hypothèses générales

Comme mentionné plus tôt, notre objectif à travers cette étude est d’étudier l’impact des trois versions de l’agent sur la crédibilité perçue, la cohérence des ses réponses avec le contexte et l’efficacité et l’intérêt de l’interaction.

Plus précisément, nous formulons ces trois hypothèses :

- **H1a (crédibilité)** : l’agent ENR sera perçu comme étant significativement moins crédible que l’agent ER et l’agent NE.
- **H1b (contexte)** : les réponses de l’agent ENR seront perçues comme étant significativement moins appropriées au contexte que l’agent ER et l’agent NE.
- **H2 (interaction)** : l’interaction avec l’agent ENR sera perçue comme significativement moins efficace et moins stimulante qu’avec l’agent ER et l’agent NE.

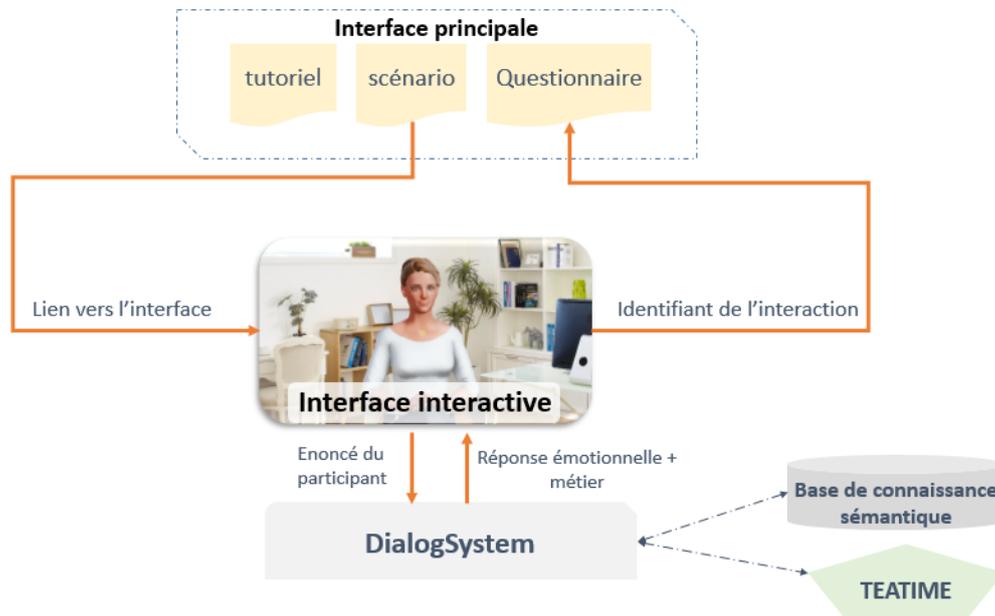


FIGURE VI.5 – Schéma décrivant la connexion entre les interfaces développées pour l'expérimentation

- **H3 (indépendance de l'émotion)** : Nous supposons que ces hypothèses sont validées indépendamment de la valence des émotions déclenchées durant l'interaction, càd, dans les trois scénarios.

VI.4 Protocole expérimental

VI.4.1 Questionnaire

Afin de vérifier nos hypothèses, nous avons procédé à l'analyse des réponses des participants à un questionnaire que nous avons construit en se basant sur des études précédentes sur des agents virtuels.

La notion de crédibilité est souvent évoquée quand il s'agit d'évaluer des outils

technologiques, notamment les systèmes d'interaction humain-machine Ortony et al. [1990], Bates [1992]. Il est généralement laissé au sujet d'interpréter ce que l'on entend par le terme. Une limitation évidente à cette approche est qu'il ne semble y avoir aucun consensus quant à la définition de «la crédibilité», très souvent confondue avec des notions telles que le réalisme. Compte tenu des différentes définitions de la crédibilité, plusieurs auteurs, provenant de différents domaines, se sont plutôt intéressés aux sous-dimensions de la définition d'un agent crédible. Dans Fogg and Tseng [1999], deux dimensions principales de la crédibilité ont été définies : l'expertise et la bienveillance perçues. Cela signifie que lors de l'évaluation de la crédibilité d'un système, la personne évalue ces deux dimensions pour parvenir à une évaluation globale de la crédibilité.

Dans cette expérimentation, nous avons utilisé 10 questions du questionnaire Godspeed Bartneck et al. [2009] : 5 questions sur l'agréabilité de l'agent et 5 questions sur la compétence perçue. Nous avons ajouté une question pour mesurer la pertinence de l'agent par rapport au contexte.

Quant à l'évaluation de l'interaction, le questionnaire UEQ Schrepp [2015] autour de l'expérience utilisateur nous a paru adéquat pour mesurer l'aspect pragmatique et hédonique de l'interaction. Plus particulièrement, nous avons utilisé 4 questions extraites du questionnaire pour évaluer l'efficacité de l'interaction et son aspect stimulant.

VI.4.2 Participants

62 participants ont participé à l'étude interactive (dont 20 ont été aléatoirement assignés au premier scénario, 20 au deuxième et 22 au troisième). Un juge humain a examiné les interactions afin de vérifier que les participants avaient suivi les instructions relatives au contexte de l'entretien d'embauche. Tous les participants étaient des francophones natifs ou bilingues. Ils ont été invités à participer à l'étude par l'intermédiaire des listes de diffusion des chercheurs.

VI.4.3 Protocole

Pour démarrer, après avoir eu connaissance des conditions générales et du formulaire de consentement, les participants regardaient un tutoriel vidéo leur expliquant le déroulement de l'expérimentation. Un exemple de scénario a été présenté permettant de visualiser les différentes étapes à suivre : lecture du scénario, test du microphone, formulation des questions oralement, clôture de l'interaction, etc. La navigation dans la vidéo tutoriel était libre pour les participants.

Ensuite, les participants ont été aléatoirement assignés à un des trois scénarios présentés dans la section 2.1. Ils interagissent une fois avec chaque version de l'agent dans une ordre aléatoire : l'agent non émotionnel (NE), l'agent émotionnel sans régulation (ENR) et l'agent émotionnel avec régulation (ER). À la fin de chaque interaction, le participant est invité à répondre au questionnaire comportant des questions relatives à sa perception de l'interaction et à la crédibilité de l'agent.

VI.5 Analyse des résultats

Dans cette section, nous allons présenter les résultats en deux sous-sections correspondant chacune aux deux objectifs globaux de l'étude.

VI.5.1 Analyse statistique descriptive

Afin d'avoir une vue d'ensemble des résultats obtenus, nous avons commencé par calculer la moyenne et l'écart type pour chaque sous-hypothèse après l'attribution des scores à l'échelle de Likert sur 5 points (1 = totalement désaccord, 5 = tout à fait). Les résultats de calcul de statistiques descriptives sont présentés dans le tableau VI.1.

Les scores les plus faibles ont été attribués à l'agent ENR, comme nous l'avons prédit. Il est considéré comme le moins crédibles des trois agents.

Le tableau VI.2 regroupe des moyennes et les écarts-type des réponses obtenues par scénario.

Nous remarquons que, quelque soit le scénario, l'agent ENR a le plus faible score pour tous les paramètres indépendants de l'étude, sauf pour l'aspect stimulant de

l'interaction dans le scénario 3.

VI.5.2 Analyse statistique inférentielle

Nous rappelons que le but de l'étude expérimentale est de mesurer l'impact de différents mécanismes de régulation sur la perception de l'agent et de l'interaction. Pour ce faire, nous avons besoin de faire les comparaisons nécessaires entre les résultats obtenus.

Afin de choisir les tests statistiques à appliquer, nous avons commencé par un test de normalité (test de Shapiro) [Shapiro and Wilk \[1965\]](#) qui a rejeté l'hypothèse de la distribution normale de nos données. Cela nous a conduit à choisir un test non-paramétrique pour notre analyse. Nous avons appliqué un test de Fligner [Fligner and Killeen \[1976\]](#), qui a confirmé l'homogénéité des variances. Nous avons ensuite appliqué le test de Mann-Whitney-Wilcoxon avec en hypothèse nulle, la non-différence entre les résultats obtenus pour le ENR en comparaison aux deux autres conditions. Nous avons extrait la valeur p correspondant à chaque comparaison. Afin d'être plus confiants dans les résultats obtenus, nous avons calculé la taille de l'effet avec le d de Cohen pour chaque comparaison. Toutes les analyses ont été effectuées en utilisant le langage de programmation R.

Nous rappelons que dans le cas de calcul de la valeur p, nous considérons le seuil de 0.05 au dessous duquel l'hypothèse nulle est rejetée. Pour le d de Cohen, nous qualifions de "faible" un d de 0,2; moyen un effet de d=0,5; et fort un effet de 0,8.

Dimension	Mesure	NE	ENR	ER
Agréabilité	M	3.11	2.35	3.34
	SD	0.95	1.13	0.99
Compétence	M	2.67	2.29	2.91
	SD	0.99	1.01	1.17
Cohérence avec le contexte	M	3.4	2.7	3.60
	SD	1.23	1.37	1.28
Interaction stimulante	M	2.67	2.66	2.97
	SD	0.96	0.99	1.14
Interaction efficace	M	3.6	2.99	3.53
	SD	1.06	1.25	1.22

TABLE VI.1 – Statistiques descriptives des réponses collectées tous scénarios confondus

	Scénario 1			Scénario 2			Scénario 3			
	NE	ENR	ER	NE	ENR	ER	NE	ENR	ER	
Agréabilité	M	2.72	2.08	2.94	3.18	2.89	3.83	3.37	2.15	3.29
	SD	0.87	1.06	0.96	0.92	1.06	0.93	0.97	1.14	0.92
Compétence	M	2.07	1.72	2.34	3.33	2.82	3.54	2.62	2.27	2.87
	SD	0.51	0.75	1.06	1.07	1	1.2	0.92	0.98	1.02
Cohérence avec le contexte	M	3.15	2.52	3.42	4.05	3.10	4.15	3.08	2.54	3.29
	SD	1.06	1.12	1.21	1.26	1.66	1.11	1.17	1.28	1.36
Interaction stimulante	M	2.52	2.39	2.73	2.84	2.71	3.42	2.66	2.83	2.81
	SD	0.92	1.03	1.09	1.06	0.94	1.22	0.96	0.99	1.06
Interaction efficace	M	3.34	2.76	3.31	3.76	3.10	3.78	3.72	3.08	3.5
	SD	1.01	1.18	1.19	1.03	1.28	1.14	1.13	1.32	1.31

TABLE VI.2 – Statistiques descriptives des réponses collectées par scénario

	Scénario 1		Scénario 2		Scénario 3	
	NE – ENR	ER – ENR	NE – ENR	ER – ENR	NE – ENR	ER – ENR
Agréabilité	0.014	0.024	n.s	0.023	< 0.001	0.001
d de Cohen	0.65	0.82	n.s	0.93	1.14	1.09
Compétence	n.s	0.05	0.04	n.s	0.03	0.04
d de Cohen	n.s	0.67	0.44	n.s	0.36	0.59
Cohérence avec le contexte	0.022	0.021	0.044	0.026	0.042	0.01
d de Cohen	0.57	0.76	0.64	0.74	0.43	0.56

TABLE VI.3 – Perception de l'agent : Statistiques inférentielles des réponses collectées par scénario ; les comparaisons sont faites avec l'agent ENR

	Scénario 1		Scénario 2		Scénario 3	
	NE – ENR	ER – ENR	NE – ENR	ER – ENR	NE – ENR	ER – ENR
Interaction stimulante	0.52	0.147	0.57	0.023	0.6	0.75
d de Cohen	0.13	0.32	0.13	0.64	0.17	0.02
Interaction efficace	0.04	0.02	0.02	0.018	0.003	0.13
d de Cohen	0.52	0.46	0.56	0.56	0.52	0.3

TABLE VI.4 – Perception de l'interaction : Statistiques inférentielles des réponses collectées par scénario ; les comparaisons sont faites avec l'agent ENR

VI.5.2.1 H1a : Crédibilité de l'agent

Pour la crédibilité, l'agent ENR est perçu comme significativement moins agréable que l'agent NE (valeur $p < 0,001$, d de Cohen = 0,724) et que l'agent ER (valeur $p < 0,0001$, d de Cohen = 0,571). En ce qui concerne la compétence perçue, l'agent ENR est également perçu comme significativement moins compétent que l'agent NE (valeur $p = 0,0297$, d de Cohen = 0,381) et l'agent ER (valeur $p = 0,0028$, d de Cohen = 0,924).

VI.5.2.2 H1b : Cohérence de l'agent par rapport au contexte

L'agent ENR est également perçu comme significativement moins approprié au contexte que l'agent NE (valeur $p = 0,003$, d de Cohen = 0,532) et que l'agent ER (valeur $p < 0,001$, d de Cohen = 0,667).

VI.5.2.3 H2 : Impact sur l'interaction

Pour la première sous-dimension (efficacité), nos hypothèses sont validées. L'interaction avec l'agent ENR est significativement moins efficace que l'agent NE (valeur $p = 0,0052$, d de Cohen = 0,539) et que l'agent ER (valeur $p = 0,0126$, d de Cohen = 0,436). Cependant, la deuxième sous-dimension (aspect stimulant) n'a pas été affectée par le mécanisme émotionnel ni par celui qui régule les émotions. Même si l'agent NE a les résultats les plus faibles, la différence n'est pas significative par rapport à l'agent ENR et à l'agent ER.

VI.5.2.4 H3 : Indépendance par rapport à la nature des émotions

Ici, nous présentons les résultats obtenus pour chaque scénario séparément. Le but étant de vérifier que nos hypothèses sont valables pour tous les scénarios, nous utilisons le même calcul statistique présenté dans la sous-section précédente.

Perception de l'agent La figure VI.6 décrit les résultats obtenus pour chaque scénario.

Quant à la cohérence des agents par rapport au contexte, telle qu'elle est perçue par les participants, il y a une différence significative entre l'agent ENR et l'agent

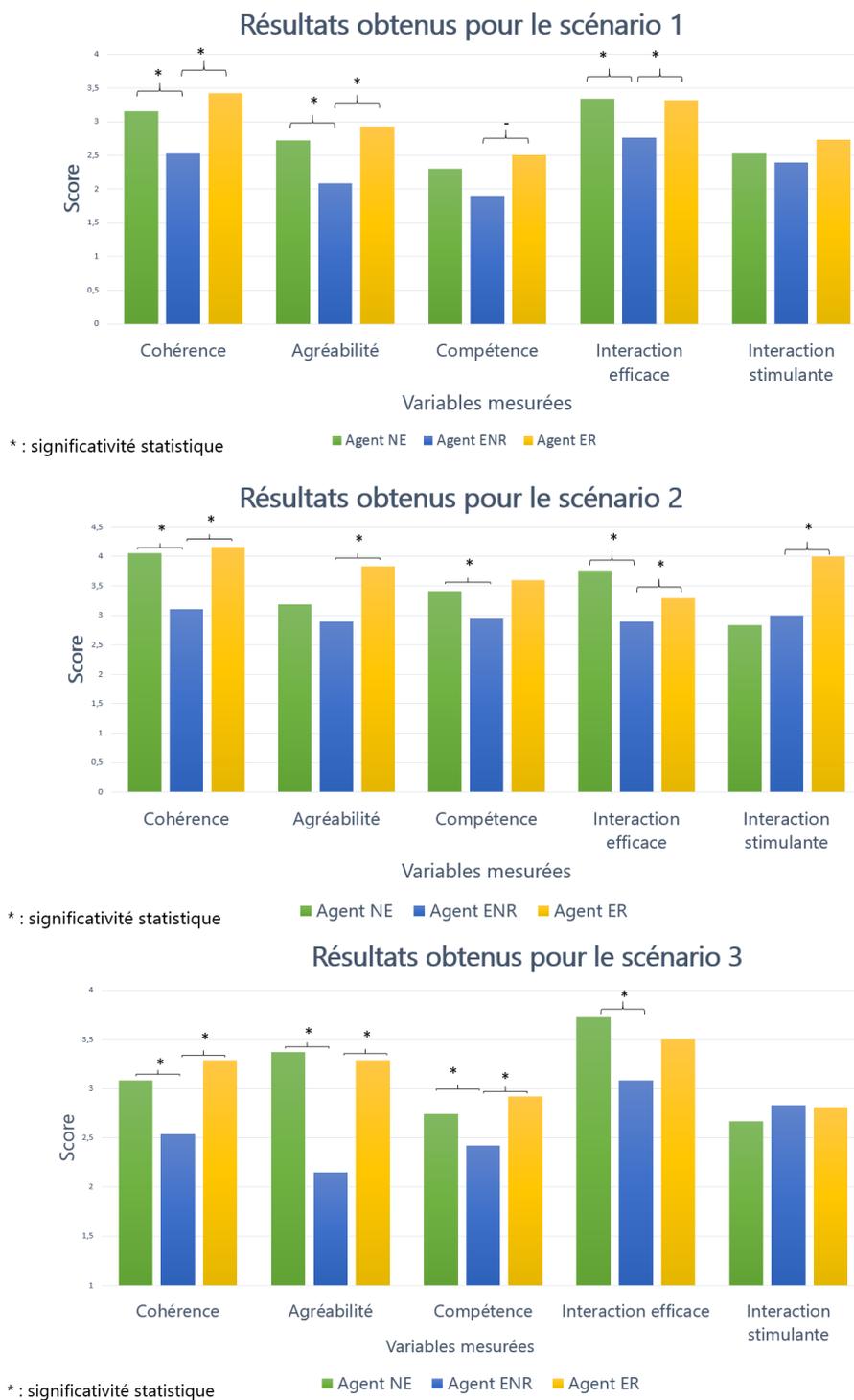


FIGURE VI.6 – Résultats obtenus pour les trois agents pour chaque scénario

NE dans tous les scénarios ($p_value_{scenario1} = 0.022$; $p_value_{scenario2} = 0.044$; $p_value_{scenario3} = 0.042$) avec les d de Cohen correspondant ($d_cohen_{scenario1} = 0.57$; $d_cohen_{scenario2} = 0.64$; $d_cohen_{scenario3} = 0.439$).

En comparaison avec l'agent ER, les différences sont également significatives ($p_value_{scenario1} = 0.021$; $p_value_{scenario2} = 0.026$; $p_value_{scenario3} = 0.01$) avec les d de Cohen correspondant ($d_cohen_{scenario1} = 0.76$; $d_cohen_{scenario2} = 0.74$; $d_cohen_{scenario3} = 0.565$).

Perception de l'interaction Pour l'aspect efficace et facile de l'interaction durant cette étude, nous avons obtenus des différences significatives entre les agents ENR et les autres agents avec le test de Mann-Whitney-Wilcoxon. Ce résultat est renforcé par le calcul de d de Cohen.

Quant à la mesure de l'aspect stimulant de l'interaction les résultats ne montrent pas une différence significative entre l'agent ENR et les deux autres agents.

Les résultats sont décrits dans le tableau VI.4.

VI.6 Discussion

D'une manière globale, les résultats issus de cette expérimentation vont dans le sens de nos hypothèses : ils montrent que l'expression des réponses émotionnelles sans régulation a bel et bien un impact négatif sur la perception du candidat virtuel. Elle a également un impact sur une dimension pragmatique de l'expérience utilisateur : l'efficacité.

Ici, nous détaillons l'impact que nous avons perçu à travers les résultats de cette expérimentation.

VI.6.1 H1a : Crédibilité de l'agent

En comparaison avec l'agent régulateur, l'agent ENR est perçu comme significativement moins crédible indépendamment du scénario.

Afin de comprendre les résultats de cette comparaison, nous nous sommes appuyés sur des travaux antérieurs en psychologie des émotions. En effet, la régulation

émotionnelle est un processus complémentaire et nécessaire à la génération de l'affect. Exprimer des émotions avec un mécanisme de régulation s'approche de la façon "acceptable" dont les adultes gèrent leurs émotions dans un contexte social. Ce qui explique la crédibilité perçue chez l'agent régulateur.

Bien que les résultats soient significatives dans l'analyse globale, nous avons remarqué quelques différences selon la sous-dimension de la crédibilité et selon le scénario. Les résultats obtenus pour le scénario 2 en compétence perçue montrent une différence non-significative entre l'agent ER et ENR. Ceci pourrait s'expliquer par le contenu du scénario. En effet, dans le deuxième scénario, Alice, la candidate virtuelle soumet un dossier de candidature pertinent pour le poste recherché. Ce facteur pourrait influencer la perception de la compétence chez le participant. De plus, la tendance à l'action "s'afficher" a été très souvent exprimée dans la condition ENR dans ce scénario. En exprimant verbalement cette tendance à l'action, l'agent a donc mis en avant ses qualifications scientifiques. Ceci a peut être engendré un biais expérimental quant à la dimension "compétence".

Notre hypothèse concernant la crédibilité perçue entre les agents ENR et NE est validée. Les résultats globaux montrent que l'agent ENR est significativement moins crédible.

Bien que cela soit contradictoire avec les résultats de certaines études de recherche sur l'apport de l'émotion dans des agents artificiels [Bickmore and Picard, 2005, Liu and Picard, 2005], ces résultats ne sont pas non plus surprenants, d'un point de vue psychologique. En effet, la plupart des travaux informatiques affectifs sur les émotions se concentrent sur l'ajout d'un mécanisme affectif aux agents afin d'accroître la crédibilité perçue et d'avoir un impact positif sur l'expérience utilisateur [Gong and Nass, 2007, Lim and Aylett, 2007]. Dans cette étude, nous montrons que les agents émotionnels qui ne sont pas capables de réguler leurs réponses émotionnelles pourraient être moins bien perçus qu'un agent non émotionnel, en particulier dans un contexte professionnel. Nos résultats correspondent aux conclusions des travaux en psychologie sur l'impact de l'expression des émotions lors d'un entretien d'embauche sur la perception et l'évaluation de l'intervieweur. Certains travaux ont même souligné l'impact positif de la suppression des émotions du candidat sur leur compétence perçue, à la fois pour les émotions négatives et positives [Sieverding, 2009]. Dans

le domaine de l'informatique affective, des conclusions similaires ont été tirées sur les agents émotionnels dans la santé [Belkaïd and Sabouret] et dans les jeux vidéos [Prendinger and Ishizuka, 2005].

VI.6.2 H1b : Cohérence de l'agent par rapport au contexte

Pour les agents ENR et ER, l'hypothèse concernant la cohérence avec le contexte est validée. En effet, la régulation des émotions est un phénomène purement social vu qu'elle principalement activée en présence des autres et est très souvent utilisée par les adultes [Tomkins, 1984]. De plus, lors des entretiens d'embauche, les candidats utilisent plusieurs tactiques de gestion d'impression pour influencer la perception du recruteur et pour donner une image positive [Stevens and Kristof, 1995]. Il n'est donc pas surprenant que l'expression brute d'émotions sans aucune régulation ne soit appropriée.

Cette hypothèse entre les agents ENR et NE est également validée. L'agent ENR est moins approprié au contexte que l'agent NE.

VI.6.3 H2 : Impact sur l'interaction

En comparant l'agent ENR et l'agent NE, notre hypothèse est partiellement validée vu que la différence est non-significative dans les scores donnés pour l'aspect stimulant de l'interaction.

Dans les travaux de Fabri and Moore [2005], les auteurs ont constaté que, dans un contexte collaboratif, l'utilisation d'agents émotionnels, par opposition à des agents sans émotion, n'apportait aucune amélioration à la perception du système. Les sujets ont même déclaré que les agents émotionnels offraient une expérience utilisateur moins divertissante que les agents non-émotionnels. L'ajout d'un mécanisme émotionnel pourrait donc avoir un impact neutre voire négatif sur la perception de l'agent et l'expérience utilisateur.

Les résultats montrent que l'aspect pragmatique de l'interaction a été impacté par le processus de régulation, selon les participants et pour tout les scénarios. Nous

expliquons cela par l'aspect perturbateur que peut entraîner l'expression brute des émotions sur l'interaction.

Cependant, l'aspect stimulant de l'interaction semble imperméable au mécanisme de régulation. Il est difficile de savoir si cette non-significativité est due à une durée de l'interaction jugée pas suffisante pour que les participants puissent évaluer cet aspect ou à une définition ambiguë de l'aspect stimulant d'une interaction. Il est également possible que la nature du scénario impacte la perception de l'interaction vu que pour seul le scénario 2 semble générer une différence significative dans les résultats entre les deux agents.

VI.6.4 H3 : Indépendance par rapport à la nature des émotions

Bien que les résultats globaux vont dans le sens de nos hypothèses, l'analyse des résultats obtenus par scénario et par sous-dimension nous fournit de nouveaux éléments à prendre en compte.

En ce qui concerne l'agréabilité perçue, il n'y a une non-significativité des résultats pour le scénario 2. Ceci pourrait s'expliquer par un score élevé pour les trois versions de l'agent pour ce scénario où les émotions déclenchées chez la candidate sont positives.

Nous remarquons également une non-significativité des résultats obtenus pour le scénario 1 pour la compétence. La même explication nous paraît plausible : l'énoncé des scénarios et la valence des émotions déclenchés pourrait influencer la perception de la compétence.

L'analyse présentée dans la section précédente nous permet de conclure que le scénario a un impact faible sur les différences de perception entre les différentes versions de l'agent. Néanmoins, l'analyse descriptive des résultats obtenus montrent clairement que la crédibilité de l'agent est plus importante dans un scénario où les émotions déclenchées sont positives. Nous remarquons également que, dans le scénario 3, où la colère est souvent déclenchée, l'agréabilité perçue de l'agent non-émotionnel est plus importante que les deux autres. Nous pensons que l'expression de la colère, même d'une façon régulée, impacte l'agréabilité perçue de l'agent et est

peu appropriée dans un contexte d'embauche.

VI.6.5 Autres comparaisons et analyses

Les résultats concernant la comparaison entre ER et agent NE n'ont pas été rapportés dans la section précédente vu qu'ils n'ont pas de lien direct avec nos hypothèses initiales. Cependant, ils montrent que l'agent ER est mieux perçu que l'agent NE pour toutes les variables indépendantes, mais la différence n'est pas statistiquement significative. A notre avis, cette similitude dans les résultats obtenus pourrait s'expliquer par deux raisons :

- la durée limitée de l'interaction (5 paires de question-réponse) : la durée de l'interaction n'est peut-être pas suffisante pour capter la différence subtile entre l'usage des stratégies de régulation telle que la suppression et la réévaluation cognitive et la version non-émotionnelle de l'agent.
- La mono-modalité : l'absence d'expressions non-verbales des émotions pourrait entraîner une similarité dans la perception de l'agent.

VI.6.6 Limites de l'étude expérimentale

Bien que les résultats soient liés à un contexte d'embauche et à un agent mono-modal, cette étude nous permet de conclure que l'impact d'expression de l'affect chez un agent conversationnel est bel et bien perçu par les participants. Il serait intéressant de mesurer les mêmes dimensions en variant le contexte et les modalités.

VI.7 Conclusion

A travers cette étude interactive, nous avons essayé de mesurer l'impact de la régulation émotionnelle chez un agent conversationnel sur la perception de l'agent et de l'interaction.

Nous avons souligné l'importance de la régulation émotionnelle dans le processus affectif en nous appuyant sur la complémentarité des processus de génération et de régulation chez l'humain.

Afin de mettre en relief cette complémentarité chez les agents, nous avons implémenté trois versions de l'agent, une version non-émotionnelle, une version émotionnelle sans régulation et une troisième version émotionnelle où l'agent est doté d'un mécanisme de régulation que nous avons modélisé, implémenté et présenté dans le chapitre précédent. Nous avons établi un protocole expérimental permettant à l'utilisateur d'entrer en interaction avec ces trois versions en suivant un scénario proposé. Les trois scénarios que nous avons construits décrivent une situation d'embauche où l'agent joue le rôle de candidat et le participant celui du recruteur. Nous avons construit une base de connaissance sémantique autour de l'embauche à base de données sémantiques collectées via une plateforme en ligne. Cette base de connaissances est connectée à un système de traitement de langage naturel permettant de traiter la requête de l'utilisateur. Cette dernière est simultanément traitée par le raisonneur TEATIME pour en extraire un sens affectif.

Lors de cette étude, le participant est invité à suivre le scénario proposé et à répondre à un questionnaire qui suit chaque interaction. Le questionnaire a été construit selon nos hypothèses : la crédibilité perçue de l'agent, la cohérence avec le contexte et la perception de l'interaction.

Les résultats vont globalement dans le sens de nos hypothèses concernant la perception de l'agent : un agent émotionnel qui ne régule pas ses réponses émotionnelles est perçu comme étant moins crédible, moins approprié au contexte qu'un agent régulateur. Un deuxième résultat à retenir de cette étude est qu'un mécanisme émotionnel qui ne prend pas en compte la régulation peut négativement impacter la perception de l'agent.

Quant à la perception de l'interaction, les résultats sont plus dispersés. Nous avons obtenus des résultats statistiquement significatifs pour une des deux dimensions mesurées : l'efficacité perçue de l'interaction. L'aspect stimulant de l'interaction semble ne pas être impacté par le processus affectif de l'agent.

Conclusions et perspectives

Sommaire

VII.1 Conclusions	156
VII.1.1 Première contribution : Le modèle TEATIME	157
VII.1.2 Deuxième contribution : Expression verbale des tendances à l'action	158
VII.1.3 Troisième contribution : Validation de l'impact des straté- gies de régulation émotionnelle	159
VII.1.4 Quatrième contribution : Validation de l'impact de la prise en considération de la régulation chez un agent conversa- tionnel	159
VII.2 Perspectives	160
VII.2.1 Perspectives à court-terme	160
VII.2.2 Réflexions et perspectives à long-terme	162

VII.1 Conclusions

Cette thèse s'intéresse à la problématique de la modélisation des affects pour un agent virtuel conversationnel dans le but d'impacter la perception de la crédibilité de l'agent et l'interaction.

L'étude de l'existant que nous avons présentée dans le chapitre II a montré que la plupart des travaux de modélisation émotionnelle sont fondés sur des théories en psychologie. Le choix d'une théorie parmi d'autres implique une identification des besoins et des buts de la modélisation des émotions ainsi qu'une étude des différents courants de pensée psychologique dans la littérature afin de se positionner et choisir la ou les théorie(s) cohérente(s) avec les objectifs.

Dans notre cas, nous avons un objectif applicatif d'articuler les besoins des agents conversationnels orientés-tâche avec un modèle émotionnel. Ces agents sont en interaction avec un utilisateur autour d'un sujet d'expertise donné. Les réponses émotionnelles de l'agent seraient donc déclenchées suite à des événements survenus dans l'interaction. Le mécanisme émotionnel doit obligatoirement prendre en compte ces événements externes. D'où notre choix de théories cognitives des émotions qui mettent en avant le rôle de l'environnement dans le déclenchement des émotions. Un deuxième besoin concerne l'expression des émotions déclenchées. En effet, dans un contexte d'interaction orientée-tâche, les émotions transparaissent dans les actions entreprises dans le dialogue ou du moins dans les états de préparation à effectuer des actions. Pour cette raison, la théorie des tendances à l'action nous a semblé adéquate pour modéliser ce lien étroit. Le troisième besoin consiste en la prise en compte du contexte social de l'interaction. En effet, les agents orientés-tâche sont généralement inscrits dans un contexte professionnel. L'expression des affects devraient prendre en considération le besoin de réguler les réponses émotionnelles afin de rendre l'agent socialement "acceptable" et cohérent avec son contexte. Nous nous sommes donc penchés sur les travaux dans la littérature sur la régulation émotionnelle et extrait les différentes stratégies de régulation à implémenter.

Le travail bibliographique que nous avons présenté nous a permis de positionner nos travaux dans les deux champs impliqués : la psychologie et l'informatique. En psychologie, nous avons fait le choix de nous appuyer sur l'approche cognitive des

émotions, d'adopter la vision de Frijda [1986] quant au lien émotion-action et de se baser sur des études empiriques en psychologie pour construire un modèle de régulation émotionnelle sociale. En informatique, nous avons décidé de s'inspirer des architectures BDI afin de modéliser le lien entre l'état du monde externe de l'agent et les mécanismes émotionnels internes. Nous avons également choisi de décrire d'une manière formelle les différentes équations afin de proposer un modèle indépendant des détails de la mise en oeuvre informatique. Ces différents choix sont illustrés dans le modèle proposé TEATIME.

VII.1.1 Première contribution : Le modèle TEATIME

Le modèle proposé prend en compte la génération de tendances à l'action et de régulation émotionnelle et est destiné aux agents conversationnels. Les paramètres d'entrée sont inspirés de la représentation du monde selon les croyances, désirs et idéaux de l'agent. La première étape est le calcul de variables permettant le déclenchement d'une émotion chez l'agent appelées variables d'évaluation cognitive. La méthode de calcul de ses différentes variables d'évaluation, bien qu'elle soit dirigée par nos conclusions tirées de la littérature aussi bien en psychologie qu'en informatique, elle est propre au modèle TEATIME. Décrire le lien entre les différents composants de l'état du monde, les stratégies émotionnelles, les faits et les actions constitue une contribution majeure de nos travaux de modélisation. Cette modélisation nous a permis de décrire le processus de génération de réponses émotionnelles faisant un lien direct entre l'évaluation cognitive et les tendances à l'action.

Une deuxième contribution consiste en l'ajout d'un modèle de régulation émotionnelle sociale. En effet, si de nombreux chercheurs en informatique ont proposé des modèles affectifs prenant en compte le "*coping*", nous pensons que le mécanisme de régulation sociale est plus adéquat dans un contexte professionnel. Une étude de la littérature montre que la façon dont les individus contrôlent leurs émotions est très souvent motivée par les normes sociales. Nous avons adopté cette approche dans notre modèle de régulation.

Outre l'aspect social qui motive le mécanisme de régulation, l'originalité du modèle proposé réside également dans l'intégration des différentes stratégies de régula-

tion dans le modèle. Notre modèle est le premier, à notre connaissance, à décrire la régulation émotionnelle en terme de croyances, désirs, idéaux et variables d'évaluation cognitive.

L'implémentation du modèle TEATIME dans une architecture d'agent conversationnel a montré que notre modèle est adapté à un système de question-réponse qui repose sur un moteur de traitement de langage naturel. Nous avons transposé les notions utilisées dans le modèle dans un cadre d'interaction à propos d'un sujet donné.

Ce travail a fait l'objet de deux publications scientifiques et deux présentations orales (La conférence internationale ICART 2017 et la conférence nationale WACAI 2018)

VII.1.2 Deuxième contribution : Expression verbale des tendances à l'action

Nous avons conduit une étude expérimentale ayant pour objectif de valider des actes locutoires génériques comme étant une expression verbale possible de certaines tendances à l'action. La première étape de ce travail était de parcourir la littérature en psychologie afin d'extraire les tendances à l'action qui peuvent être exprimées verbalement et qui peuvent être regroupées par stratégie émotionnelle. Ce travail a donné comme résultat 30 tendances à l'action désignées par des termes en langue française et anglaise. Nous avons ensuite construit des actes locutoires indépendants du contexte qui expriment chacune de ces tendances à l'action, dans les deux langues. La troisième étape était de construire des situations de dialogue où l'acte locutoire choisi est utilisé. Les participants étaient invités à lire les dialogues où l'acte locutoire en question est mis en gras et ensuite choisir parmi les tendances à l'action proposée, la ou lesquelles correspondent à cet acte.

Cette étude peut être considérée comme une contribution pluridisciplinaire vu qu'elle touche les domaines de la psychologie des émotions, de l'informatique et de la linguistique. Nous avons validé des actes locutoires indépendants du contexte de l'interaction et donc réutilisables dans d'autres applications.

Ce travail a fait l'objet d'une publication scientifique et d'une présentation orale

(RJCIA 2018). Une publication de l'étude en anglais est en cours de préparation.

VII.1.3 Troisième contribution : Validation de l'impact des stratégies de régulation émotionnelle

Afin de modéliser la régulation émotionnelle en prenant en compte les différentes stratégies de régulation, nous nous sommes questionné sur la relation entre l'usage de chacune de ces stratégies avec le but final recherché de la modélisation de la régulation, soit la crédibilité et l'amabilité de l'agent. Des études expérimentales en psychologie ont montré une corrélation entre l'usage de certaines stratégies de régulation et l'agréabilité perçue chez les individus régulateurs. Nous nous sommes appuyés sur ces résultats pour construire les hypothèses de cette étude. Les résultats obtenus sont plutôt encourageants : l'usage de certaines stratégies de régulation dans un contexte donné par un agent conversationnel impacte sa perception par autrui.

Au delà de son utilité pour la validation de notre algorithme de choix de stratégies de régulation, les résultats de cette étude peuvent être exploités dans d'autres domaines où la perception de l'agent est mesurée. En effet, l'usage des stratégies de régulation a été relié à certains traits de personnalité. Cela représente une piste à explorer dans le domaine de recherche autour de la personnalité artificielle.

Une publication scientifique de ces travaux est en cours de préparation pour le journal TAC (IEEE Transactions on Affective Computing).

VII.1.4 Quatrième contribution : Validation de l'impact de la prise en considération de la régulation chez un agent conversationnel

Cette étude avait comme but principal de souligner l'importance du mécanisme de régulation émotionnelle qui prend en compte le contexte social. Cette importance a été mesurée selon deux critères : la perception de l'agent et le déroulement de l'interaction. Les participants étaient invités à interagir avec un agent incarné en suivant un scénario où des réponses émotionnelles peuvent être déclenchées chez l'agent. Les résultats montre que l'agent émotionnel sans mécanisme de régulation a

été mal perçu par les participants en comparaison avec l'agent émotionnel doté d'un mécanisme émotionnel ainsi qu'avec l'agent non-émotionnel. Modéliser les émotions chez des agents conversationnels peut négativement impacter la perception de l'agent, si ce dernier n'a pas la capacité à les réguler.

Ces résultats viennent valider l'approche adoptée dans ces travaux de thèse dans le choix des mécanismes affectifs impliqués dans une interaction humain-agent.

Une publication scientifique de ces travaux est en cours de préparation pour une conférence internationale.

VII.2 Perspectives

Le travail théorique, méthodologique et expérimental que nous avons présenté dans cette thèse nous a insufflé de nouvelles idées et des perspectives en relation avec le modèle proposé et plus généralement avec les problématiques de recherche sous-jacentes.

VII.2.1 Perspectives à court-terme

Modélisation et expression de l'affect : Le modèle TEATIME peut être considéré comme une façon parmi d'autres, de modéliser la théorie de tendances à l'action. En effet, certaines formules de calcul d'évaluation cognitive que nous avons présentées sont extensibles et/ou modifiables. Prenons l'exemple de la causalité, dans notre modèle, elle est calculée selon les actions effectuées au passé. Si un agent i effectue une action qui contribue au fait φ , il sera considéré comme une des "causes" du fait. Ceci pourrait être modifié selon la perspective de l'agent "évaluateur".

D'un point de vue plus global, il serait intéressant d'ajouter au modèle une dimension temporelle lui permettant d'être compatible avec un système de dialogue. Dans ce cas, l'état du monde bénéficierait d'un dynamisme temporel et les actions effectuées par l'agent auraient des conséquences sur les différents composants de l'état du monde, comme c'est le cas dans un dialogue humain-humain. De plus, d'autres stratégies de régulation émotionnelle pourraient être prise en compte. Nous citons comme exemple la diversion qui consiste à ignorer le stimulus s'il a été indésirable

par le passé [Sheppes et al. [2011]].

En ce qui concerne l'expression, il serait intéressant d'adopter une approche multimodale où le comportement issu de la génération et de la régulation des émotions transparaît dans le contenu verbal de l'agent mais aussi dans ses gestes, ses expressions faciales, sa posture, etc. Par ailleurs, dans une étude présentée par Cosnier [1987], le contrôle de l'expression verbale et celui de l'expression non-verbale sont positivement corrélés. Il serait donc intéressant de mesurer la corrélation entre les différentes modalités d'expression de la régulation émotionnelle dans un cadre d'une interaction humain-machine.

Perspectives expérimentales : L'étude perceptive de validation d'expression verbale de tendances à l'action présentée dans le chapitre IV nous a permis de valider plusieurs actes locutoires exprimant des tendances à l'action. Néanmoins, l'étude ne couvrait pas l'aspect quantitatif des tendances à l'action. Valider l'intensité attribuée à chaque tendance à l'action et à chaque acte locutoire renforcerait les résultats obtenus.

Le chapitre V, quant à lui, décrit une étude perceptive des stratégies de régulation et leur impact sur la perception de l'agent. Deux situations ont été présentées : une situation contrôlable illustrant une situation de colère et une situation non contrôlable. La colère étant une émotion particulière, il serait intéressant de mener une étude sur les différentes façons de la réguler et de l'exprimer. En effet, la colère est l'émotion la plus difficile à contrôler mais la moins acceptable dans un contexte social [Cosnier [1987]]. Sa régulation fait donc intervenir plusieurs facteurs comme l'humeur, la personnalité, le vécu et même la culture [Mesquita et al. [2007]].

L'étude expérimentale décrite dans le chapitre VI offre aux participants une expérience interactive en temps réel avec un agent incarné animé. Bien que les résultats globaux sont encourageants, il serait intéressant de renforcer et d'élargir leur portée en adoptant des méthodes qualitatives de mesure. Un entretien d'explicitation avec les participants après l'interaction, par exemple, permettrait de récolter des retours sur l'expérience utilisateur globale et de nous éclairer davantage sur l'impact de la régulation émotionnelle.

VII.2.2 Réflexions et perspectives à long-terme

À l'issu de ce travail, des questions autour de problématiques de recherche connexes émergent.

Émotion, tempérament, humeur et traits de personnalité Dans cette thèse, nous avons isolé la notion d'émotion des autres concepts liés à l'affect et aux actions émotionnelles. Bien que ce choix nous a permis d'étudier d'une manière précise le lien entre l'émotion et l'action ainsi que des mécanismes sous-jacents, nous tenons à souligner que cette vision est une simplification du processus affectif tel qu'il est présenté dans la littérature psychologique. D'autres termes apparaissent dès que nous parlons d'émotion ; tempérament, humeur et personnalité font souvent partie des concepts liés à l'affect. Il a été montré que le passage d'une évaluation de l'environnement à une action nécessite la prise en considération des tendances interpersonnelles comme les traits de la personnalité, le tempérament ainsi que la culture. Cette affirmation s'applique également sur le choix de la stratégie de régulation émotionnelle à impliquer où certaines stratégies comme la réévaluation cognitive qui est généralement choisie par des personnes extraverties. D'un point de vue culturel, la suppression, par exemple, a plus de succès dans la culture orientale que occidentale. Il serait donc intéressant de construire des agents ayant ces tendances personnelles leur permettant de choisir une tendance à l'action plutôt qu'une autre et/ou une stratégie de régulation plutôt qu'une autre.

Outre les préférences inter-personnels, l'humeur est une notion qui revient souvent lorsque l'on évoque les émotions. Elle peut être définie par un état émotionnel qui dure dans le temps. L'origine de l'humeur est ambiguë : elle peut suivre une approche cognitive ou des tendances inter-personnelles. Quelque soit son origine, il a été montré que l'humeur influence l'évaluation cognitive, l'état émotionnel actuel ainsi que l'expression de cet état. Elle constitue donc une piste à explorer afin de compléter les modèles affectifs proposés.

Méthodologie Notre modèle a été implémenté dans le but d'être "évalué" par des participants finaux. En construisant le protocole expérimental, nous nous sommes heurtés à une contrainte très souvent négligée dans les études expérimentales autour

des agents conversationnels : la méthode d'évaluation reposant sur des questionnaires mesure la perception de l'utilisateur de la sortie du modèle informatique et non pas la validation de celui-ci. Les questions provenant des questionnaires, bien qu'elles soient souvent validées selon des méthodes psychométriques, sont appropriées d'une manière subjective par les participants. Il est laissé au participant d'interpréter les questions telles que "*Trouvez-vous que l'agent est aimable ?*"

Plusieurs chercheurs en informatique se sont posés ces questions. Une méthode alternative visant à valider les étapes du modèles a été proposée par Gratch and Marsella [2005] qui consiste à comparer les sorties du modèle informatique avec des données humaines. Cela implique une collecte de données des participants qui ont vécu des situations similaires à celle de l'agent. Cette démarche est également délicate vu que certains mécanismes émotionnels sont inconscients. Il serait donc difficile pour les participants de s'auto-évaluer dans ce cas.

Dans d'autres travaux, les données humaines sont même le fondement du modèle. En effet, notre modèle a été fondé suivant des théories en psychologie. D'autres approches, de plus en plus répandues dans l'informatique affective, sont fondées sur les données humaines qui sont traitées par des modèles d'apprentissage automatique. Qu'apporteraient de telles pratiques à notre modèle ? Est-il possible de collecter ces informations d'une manière précise auprès des participants ? Y'a-t-il des freins éthiques quant à la collecte et l'exploitation de telles données ?

Agents émotionnels et éthique Concevoir et développer des machines affectives capables de reproduire des mécanismes "cachés" de l'humain nous a conduit à nous interroger sur les éventuelles dérives de ce champ de recherche. En effet, la compréhension, la modélisation et le contrôle de ce lien par des machines pourraient être exploités pour des fins diverses : le marketing, la persuasion voire même des pratiques dangereuses telle que la manipulation par les émotions. *Comment peut-on alors se protéger d'éventuelles applications malveillantes de ces machines affective dans le futur ?* Cette question converge avec d'autres questions éthiques liées à l'intelligence artificielle De notre point de vue, l'avenir de la recherche en informatique affective inclut, à notre avis, une réflexion sur ces éventuelles dérives et sur une manière de les empêcher et/ou de les cadrer.

Bibliographie

- Carole Adam. *Emotions : from psychological theories to logical formalization and implementation in a BDI agent*. PhD thesis, 2007. (Cited on page 32.)
- Carole Adam, Andreas Herzig, and Dominique Longin. A logical formalization of the occ theory of emotions. *Synthese*, 168(2) :201–248, 2009. (Cited on pages 28, 29, 32, 53 and 66.)
- Amelia Aldao, Susan Nolen-Hoeksema, and Susanne Schweizer. Emotion-regulation strategies across psychopathology : A meta-analytic review. *Clinical psychology review*, 30(2) :217–237, 2010. (Cited on page 63.)
- Huib Aldewereld, Wiebe van der Hoek, and John-Jules Meyer. Rational teams : Logical aspects of multi-agent systems. *Fundamenta Informaticae*, 63(2-3) :159–183, 2004. (Cited on page 30.)
- Keith Anderson, Elisabeth André, Tobias Baur, Sara Bernardini, Mathieu Chollet, Evi Chryssafidou, Ionut Damian, Cathy Ennis, Arjan Egges, Patrick Gebhard, et al. The tardis framework : intelligent virtual agents for social coaching in job interviews. In *Advances in computer entertainment*, pages 476–491. Springer, 2013. (Cited on page 138.)
- Osnat Argaman. Linguistic markers and emotional intensity. *Journal of psycholinguistic research*, 39(2) :89–99, 2010. (Cited on page 84.)
- Magda B Arnold. Emotion and personality. 1960. (Cited on pages 12 and 14.)
- Murray R Barrick and Michael K Mount. The big five personality dimensions and job performance : a meta-analysis. *Personnel psychology*, 44(1) :1–26, 1991. (Cited on page 26.)
- Marian Stewart Bartlett, Gwen Littlewort, Mark G Frank, Claudia Lainscsek, Ian R Fasel, Javier R Movellan, et al. Automatic recognition of facial actions in spontaneous expressions. *Journal of multimedia*, 1(6) :22–35, 2006. (Cited on page 28.)

- Christoph Bartneck, Dana Kulić, Elizabeth Croft, and Susana Zoghbi. Measurement instruments for the anthropomorphism, animacy, likeability, perceived intelligence, and perceived safety of robots. *International journal of social robotics*, 1(1) :71–81, 2009. (Cited on pages 111 and 141.)
- Joseph Bates. *The nature of characters in interactive worlds and the Oz project*. School of Computer Science, Carnegie Mellon University Pittsburgh, PA, 1992. (Cited on pages 44 and 141.)
- Russell Beale and Chris Creed. Affective interaction : How emotional agents affect users. *International journal of human-computer studies*, 67(9) :755–776, 2009. (Cited on page 46.)
- M Belkaïd and N Sabouret. Un modèle logique de théorie de l’esprit pour un agent virtuel dans le contexte de simulation d’entretien d’embauche. (Cited on page 151.)
- Alexandra Berger and Sylvie Pesty. Towards a conversational language for artificial agents in mixed community. In *International Central and Eastern European Conference on Multi-Agent Systems*, pages 31–40. Springer, 2005. (Cited on page 84.)
- Timothy W Bickmore and Rosalind W Picard. Establishing and maintaining long-term human-computer relationships. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, 12(2) :293–327, 2005. (Cited on page 150.)
- George A Bonanno, Anthony Papa, Kathleen Lalande, Maren Westphal, and Karin Coifman. The importance of being flexible : The ability to both enhance and suppress emotional expression predicts long-term adjustment. *Psychological science*, 15(7) :482–487, 2004. (Cited on page 104.)
- Tibor Bosse, Catholijn M Jonker, Lourens Van Der Meij, and Jan Treur. A language and environment for analysis of dynamics by simulation. *International Journal on Artificial Intelligence Tools*, 16(03) :435–464, 2007. (Cited on page 37.)
- Tibor Bosse, Matthijs Pontier, and Jan Treur. A computational model based on gross’ emotion regulation theory. *Cognitive systems research*, 11(3) :211–230, 2010. (Cited on page 35.)

- Evelien Bossuyt. *Experimental studies on the influence of appraisal on emotional action tendencies and associated feelings*. PhD thesis, Ghent University, 2012. (Cited on pages xi, xiii, 13, 16 and 21.)
- Ed Burnette. *Eclipse IDE Pocket Guide : Using the Full-Featured IDE*. " O'Reilly Media, Inc.", 2005. (Cited on page 75.)
- Sabrina Campano, Nicolas Sabouret, Etienne De Sevin, and Vincent Corruble. An evaluation of the core computational model for affective behaviors. In *Proceedings of the 2013 international conference on Autonomous agents and multi-agent systems*, pages 745–752. International Foundation for Autonomous Agents and Multiagent Systems, 2013. (Cited on page 45.)
- Joseph J Campos, Eric A Walle, Audun Dahl, and Alexandra Main. Reconceptualizing emotion regulation. *Emotion Review*, 3(1) :26–35, 2011. (Cited on page 65.)
- Dolores Cañamero. Modeling motivations and emotions as a basis for intelligent behavior. In *Proceedings of the first international conference on Autonomous agents*, pages 148–155. ACM, 1997. (Cited on page 22.)
- Ethan Cerami. *Web services essentials : distributed applications with XML-RPC, SOAP, UDDI & WSDL*. " O'Reilly Media, Inc.", 2002. (Cited on page 75.)
- Jacob Cohen. Weighted kappa : Nominal scale agreement provision for scaled disagreement or partial credit. *Psychological bulletin*, 70(4) :213, 1968. (Cited on page 94.)
- Jacob Cohen. Things i have learned (so far). *American psychologist*, 45(12) :1304, 1990. (Cited on page 118.)
- Philip R Cohen and Hector J Levesque. Intention is choice with commitment. *Artificial intelligence*, 42(2-3) :213–261, 1990. (Cited on pages 30 and 52.)
- Cristina Conati and Heather Maclaren. Empirically building and evaluating a probabilistic model of user affect. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 19(3) :267–303, 2009. (Cited on page 45.)

- Stephen A Coombes, Christophe Tandonnet, Hakuei Fujiyama, Christopher M Janelle, James H Cauraugh, and Jeffery J Summers. Emotion and motor preparation : a transcranial magnetic stimulation study of corticospinal motor tract excitability. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 9(4) :380–388, 2009. (Cited on page 18.)
- J Cosnier. Expression et régulation des émotions dans les interactions de la vie quotidienne. In *Colloque international sur les émotions*. Laboratoire Européen de Psychologie Sociale des Sciences de l’Homme Paris :, 1987. (Cited on pages 25 and 161.)
- Matthieu Courgeon, Céline Clavel, and Jean-Claude Martin. Appraising emotional events during a real-time interactive game. In *Proceedings of the International Workshop on Affective-Aware Virtual Agents and Social Robots*, page 7. ACM, 2009. (Cited on page 35.)
- Charles Darwin. The expression of emotions in animals and man. *London : Murray*, 1872. (Cited on page 11.)
- Mehdi Dastani and John-Jules Ch. Meyer. Agents with emotions. *International Journal of Intelligent Systems*, 25(7) :636–654, 2010. (Cited on pages 29 and 33.)
- Mehdi Dastani and Emiliano Lorini. A logic of emotions : from appraisal to coping. In *Proceedings of the 11th International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems-Volume 2*, pages 1133–1140. International Foundation for Autonomous Agents and Multiagent Systems, 2012. (Cited on pages 32 and 33.)
- Laurence Devillers, Sophie Rosset, H elene Bonneau-Maynard, and Lori Lamel. Annotations for dynamic diagnosis of the dialog state. In *LREC*, 2002. (Cited on page 84.)
- Elizabeth Duffy. Activation and behavior. 1962. (Cited on page 18.)
- Paul Ekman and Wallace V Friesen. Constants across cultures in the face and emotion. *Journal of personality and social psychology*, 17(2) :124, 1971. (Cited on pages 10 and 125.)

- Magy Seif El-Nasr, John Yen, and Thomas R Ioerger. Flame—fuzzy logic adaptive model of emotions. *Autonomous Agents and Multi-agent systems*, 3(3) :219–257, 2000. (Cited on page 29.)
- Norbert Elias and Edmund Jephcott. *The civilizing process*, volume 1. Blackwell Oxford, 1978. (Cited on page 26.)
- Marc Fabri and David Moore. The use of emotionally expressive avatars in collaborative virtual environments. *Virtual Social Agents*, 88, 2005. (Cited on page 151.)
- Michael A Fligner and Timothy J Killeen. Distribution-free two-sample tests for scale. *Journal of the American Statistical Association*, 71(353) :210–213, 1976. (Cited on page 143.)
- BJ Fogg and Hsiang Tseng. The elements of computer credibility. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in Computing Systems*, pages 80–87. ACM, 1999. (Cited on pages 44 and 141.)
- Nico H Frijda. *The emotions : Studies in emotion and social interaction*. Paris : *Maison de Sciences de l’Homme*, 1986. (Cited on pages 11, 15, 16, 18, 22, 23, 26, 32, 69, 70, 80, 85, 106, 130 and 157.)
- Nico H Frijda. Impulsive action and motivation. *Biological psychology*, 84(3) :570–579, 2010. (Cited on pages 15 and 18.)
- Pascale Fung, Anik Dey, Farhad Bin Siddique, Ruixi Lin, Yang Yang, Yan Wan, and Ricky Ho Yin Chan. Zara the supergirl : An empathetic personality recognition system. In *HLT-NAACL Demos*, pages 87–91, 2016. (Cited on page 45.)
- Patrick Gebhard. Alma : a layered model of affect. In *Proceedings of the fourth international joint conference on Autonomous agents and multiagent systems*, pages 29–36. ACM, 2005. (Cited on pages 40 and 84.)
- Nicole R Giuliani and James J Gross. Reappraisal, 2009. (Cited on pages 23 and 105.)

- Piotr J Gmytrasiewicz and Christine L Lisetti. Using decision theory to formalize emotions in multi-agent systems. In *MultiAgent Systems, 2000. Proceedings. Fourth International Conference on*, pages 391–392. IEEE, 2000. (Cited on page 29.)
- Lewis R Goldberg. An alternative" description of personality" : the big-five factor structure. *Journal of personality and social psychology*, 59(6) :1216, 1990. (Cited on page 44.)
- Li Gong and Clifford Nass. When a talking-face computer agent is half-human and half-humanoid : Human identity and consistency preference. *Human communication research*, 33(2) :163–193, 2007. (Cited on page 150.)
- Jonathan Gratch. Emile : Marshalling passions in training and education. In *International Conference on Autonomous Agents : Proceedings of the fourth international conference on Autonomous agents*, volume 3, pages 325–332, 2000. (Cited on page 38.)
- Jonathan Gratch and Stacy Marsella. A domain-independent framework for modeling emotion. *Cognitive Systems Research*, 5(4) :269–306, 2004a. (Cited on pages xi, 38, 39 and 42.)
- Jonathan Gratch and Stacy Marsella. Technical details of a domain-independent framework for modeling emotion. Technical report, UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA MARINA DEL REY CA INST FOR CREATIVE . . . , 2004b. (Cited on page 38.)
- Jonathan Gratch and Stacy Marsella. Evaluating a computational model of emotion. *Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*, 11(1) :23–43, 2005. (Cited on pages 44 and 163.)
- James J Gross. Antecedent-and response-focused emotion regulation : divergent consequences for experience, expression, and physiology. *Journal of personality and social psychology*, 74(1) :224, 1998. (Cited on pages 63 and 110.)

- James J Gross. Emotion regulation in adulthood : Timing is everything. *Current directions in psychological science*, 10(6) :214–219, 2001. (Cited on pages 22, 23, 35, 36 and 63.)
- James J Gross and Oliver P John. Individual differences in two emotion regulation processes : implications for affect, relationships, and well-being. *Journal of personality and social psychology*, 85(2) :348, 2003. (Cited on pages xi, 23, 26, 80, 105, 111, 112, 124 and 130.)
- Nadine Guiraud, Dominique Longin, Emiliano Lorini, Sylvie Pesty, and Jérémy Rivière. The face of emotions : a logical formalization of expressive speech acts. In *The 10th International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems-Volume 3*, pages 1031–1038. International Foundation for Autonomous Agents and Multiagent Systems, 2011. (Cited on page 37.)
- Björn Hartmann, Maurizio Mancini, and Catherine Pelachaud. Implementing expressive gesture synthesis for embodied conversational agents. In *International Gesture Workshop*, pages 188–199. Springer, 2005. (Cited on page 28.)
- Andreas Herzig and Dominique Longin. C&l intention revisited. In *KR*, pages 527–535, 2004. (Cited on page 32.)
- Koen V Hindriks and Joost Broekens. Comparing formal cognitive emotion theories. *Manuscript, Delft University of Technology*, 2011. (Cited on page 29.)
- James G Hollandsworth Jr, Richard Kazelskis, Joanne Stevens, and Mary Edith Dressel. Relative contributions of verbal, articulative, and nonverbal communication to employment decisions in the job interview setting. *Personnel Psychology*, 32(2) :359–367, 1979. (Cited on page 134.)
- William James. What is an emotion ? *Mind*, 9(34) :188–205, 1884. (Cited on page 11.)
- Theodore D Kemper. How many emotions are there ? wedding the social and the autonomic components. *American journal of Sociology*, 93(2) :263–289, 1987. (Cited on page 25.)

- Jonathan Klein, Youngme Moon, and Rosalind W Picard. This computer responds to user frustration : Theory, design, and results. *Interacting with computers*, 14(2) :119–140, 2002. (Cited on page 43.)
- Carl Georg Lange. The mechanism of the emotions. *The classical psychologists*, pages 672–684, 1885. (Cited on page 11.)
- Jean-Philippe Laurenceau, Lisa Feldman Barrett, and Paula R Pietromonaco. Intimacy as an interpersonal process : The importance of self-disclosure, partner disclosure, and perceived partner responsiveness in interpersonal exchanges. *Journal of personality and social psychology*, 74(5) :1238, 1998. (Cited on page 26.)
- Richard S Lazarus. Psychological stress and the coping process. 1966. (Cited on pages 12 and 38.)
- Richard S Lazarus. Cognition and motivation in emotion. *American psychologist*, 46(4) :352, 1991. (Cited on pages 12, 38, 40 and 85.)
- Richard S Lazarus and Richard S Lazarus. *Emotion and adaptation*. Oxford University Press on Demand, 1991. (Cited on pages 14, 17, 22 and 42.)
- Richard S Lazarus and Craig A Smith. Knowledge and appraisal in the cognition—emotion relationship. *Cognition & Emotion*, 2(4) :281–300, 1988. (Cited on page 14.)
- Robert W Levenson. Basic emotion questions. *Emotion review*, 3(4) :379–386, 2011. (Cited on page 86.)
- Mei Yii Lim and Ruth Aylett. Feel the difference : A guide with attitude! In *International Workshop on Intelligent Virtual Agents*, pages 317–330. Springer, 2007. (Cited on pages 45 and 150.)
- B van Linder. *Modal logics for rational agents*. PhD thesis, 1996. (Cited on page 31.)
- Christine Laetitia Lisetti and Piotr Gmytrasiewicz. Can a rational agent afford to be affectless? a formal approach. *Applied Artificial Intelligence*, 16(7-8) :577–609, 2002. (Cited on page 43.)

- K Liu and Rosalind W Picard. Embedded empathy in continuous, interactive health assessment. In *CHI Workshop on HCI Challenges in Health Assessment*, volume 1, page 3. Citeseer, 2005. (Cited on page 150.)
- Paulo N Lopes, Peter Salovey, Stéphane Côté, Michael Beers, and Richard E Petty. Emotion regulation abilities and the quality of social interaction. *Emotion*, 5(1) : 113, 2005. (Cited on page 104.)
- Emiliano Lorini and François Schwarzenruber. A logic for reasoning about counterfactual emotions. *Artificial Intelligence*, 175(3) :814–847, 2011. (Cited on pages 28 and 37.)
- Michael Lyons, Shigeru Akamatsu, Miyuki Kamachi, and Jiro Gyoba. Coding facial expressions with gabor wavelets. In *Proceedings Third IEEE international conference on automatic face and gesture recognition*, pages 200–205. IEEE, 1998. (Cited on page 28.)
- Stacy Marsella, Jonathan Gratch, Paolo Petta, et al. Computational models of emotion. *A Blueprint for Affective Computing-A sourcebook and manual*, 11(1) : 21–46, 2010. (Cited on pages xi, 28 and 37.)
- Mark Masse. *REST API Design Rulebook : Designing Consistent RESTful Web Service Interfaces*. " O'Reilly Media, Inc.", 2011. (Cited on page 75.)
- David Matsumoto, Seung Hee Yoo, and Johnny Fontaine. Mapping expressive differences around the world : The relationship between emotional display rules and individualism versus collectivism. *Journal of cross-cultural psychology*, 39(1) : 55–74, 2008. (Cited on page 24.)
- Robert R McCrae and Paul T Costa Jr. A five-factor theory of personality. *Handbook of personality : Theory and research*, 2 :139–153, 1999. (Cited on page 40.)
- William McDougall. The gregarious instinct. 1908. (Cited on pages 11 and 15.)
- Deborah L McGuinness, Frank Van Harmelen, et al. Owl web ontology language overview. *W3C recommendation*, 10(10) :2004, 2004. (Cited on page 72.)

- Kateri McRae. Emotion regulation frequency and success : Separating constructs from methods and time scale. *Social and Personality Psychology Compass*, 7(5) : 289–302, 2013. (Cited on pages 61 and 63.)
- Kateri McRae. Cognitive emotion regulation : a review of theory and scientific findings. *Current opinion in behavioral sciences*, 10 :119–124, 2016. (Cited on page 61.)
- Kateri McRae, Bethany Ciesielski, and James J Gross. Unpacking cognitive reappraisal : goals, tactics, and outcomes. *Emotion*, 12(2) :250, 2012. (Cited on page 24.)
- Albert Mehrabian. Analysis of the big-five personality factors in terms of the pad temperament model. *Australian journal of Psychology*, 48(2) :86–92, 1996a. (Cited on page 41.)
- Albert Mehrabian. Pleasure-arousal-dominance : A general framework for describing and measuring individual differences in temperament. *Current Psychology*, 14(4) : 261–292, 1996b. (Cited on pages 40 and 41.)
- Batja Mesquita, Dustin Albert, et al. The cultural regulation of emotions. *Handbook of emotion regulation*, pages 486–503, 2007. (Cited on pages 27 and 161.)
- John-Jules Meyer, Frank De Boer, Rogier Van Eijk, Koen Hindriks, and Wiebe Van Der Hoek. On programming karo agents. *Logic Journal of IGPL*, 9(2) :245–256, 2001. (Cited on page 37.)
- John-Jules Ch Meyer. Reasoning about emotional agents. *International journal of intelligent systems*, 21(6) :601–619, 2006. (Cited on page 31.)
- Agnes Moors. Theories of emotion causation : A review. *Cognition and emotion*, 23 (4) :625–662, 2009. (Cited on pages xi, 12 and 13.)
- Teru L Morton. Intimacy and reciprocity of exchange : A comparison of spouses and strangers. *Journal of Personality and Social Psychology*, 36(1) :72, 1978. (Cited on page 111.)

- Clifford Nass, Katherine Isbister, Eun-Ju Lee, et al. Truth is beauty : Researching embodied conversational agents. *Embodied conversational agents*, pages 374–402, 2000. (Cited on page 131.)
- Randolph M Nesse. Evolutionary explanations of emotions. *Human nature*, 1(3) : 261–289, 1990. (Cited on page 124.)
- John B Nezlek and Peter Kuppens. Regulating positive and negative emotions in daily life. *Journal of personality*, 76(3) :561–580, 2008. (Cited on pages 63, 80, 105 and 107.)
- Achim Nierbeck, Jamie Goodyear, Johan Edstrom, and Heath Kesler. *Apache Karaf Cookbook*. Packt Publishing Ltd, 2014. (Cited on page 75.)
- Radosław Niewiadomski, Virginie Demeure, and Catherine Pelachaud. Warmth, competence, believability and virtual agents. In *International Conference on Intelligent Virtual Agents*, pages 272–285. Springer, 2010. (Cited on page 44.)
- Jean-François Notebaert. L’interface homme-machine en commerce électronique : vers une création de lien social comme outil de positionnement stratégique. *Revue française du marketing*, (205) :71, 2005. (Cited on page 4.)
- Armelle Nugier. Histoire et grands courants de recherche sur les émotions. *Revue électronique de psychologie sociale*, 4(4) :8–14, 2009. (Cited on page 12.)
- Keith Oatley and Philip N Johnson-Laird. Basic emotions in social relationships, reasoning, and psychological illnesses. *Emotion Review*, 3(4) :424–433, 2011. (Cited on page 40.)
- Keith Oatley, Dacher Keltner, and Jennifer M Jenkins. *Understanding emotions*. Blackwell publishing, 2006. (Cited on page 31.)
- Elinor Ochs and Bambi Schieffelin. Language has a heart. *Text-Interdisciplinary Journal for the Study of Discourse*, 9(1) :7–26, 1989. (Cited on page 84.)
- Magalie Ochs, Radosław Niewiadomski, Catherine Pelachaud, and David Sadek. Intelligent expressions of emotions. In *International Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction*, pages 707–714. Springer, 2005. (Cited on page 30.)

- Magalie Ochs, Catherine Pelachaud, and David Sadek. An empathic virtual dialog agent to improve human-machine interaction. In *Proceedings of the 7th international joint conference on Autonomous agents and multiagent systems-Volume 1*, pages 89–96. International Foundation for Autonomous Agents and Multiagent Systems, 2008. (Cited on page 45.)
- Magalie Ochs, Nicolas Sabouret, and Vincent Corruble. Simulation de la dynamique des émotions et des relations sociales de personnages virtuels. 2009. (Cited on pages 42 and 130.)
- Andrew Ortony, Gerald L Clore, and Allan Collins. The cognitive structure of emotions. *Cambridge Uni*, 1988. (Cited on pages 29, 42 and 44.)
- Andrew Ortony, Gerald L Clore, and Allan Collins. *The cognitive structure of emotions*. Cambridge university press, 1990. (Cited on pages 17, 32 and 141.)
- James W Papez. A proposed mechanism of emotion. *Archives of Neurology & Psychiatry*, 38(4) :725–743, 1937. (Cited on page 10.)
- W Gerrod Parrott. The functional utility of negative emotions. 2002. (Cited on page 124.)
- Catherine Pelachaud. Multimodal expressive embodied conversational agents. In *Proceedings of the 13th annual ACM international conference on Multimedia*, pages 683–689. ACM, 2005. (Cited on page 28.)
- Rosalind W Picard. *Affective computing*. MIT press, 2000. (Cited on page 28.)
- Sally Planalp. *Communicating emotion : Social, moral, and cultural processes*. Cambridge University Press, 1999. (Cited on page 84.)
- Delphine Potdevin, Céline Clavel, and Nicolas Sabouret. Virtual intimacy, this little something between us : A study about human perception of intimate behaviors in embodied conversational agents. In *Proceedings of the 18th International Conference on Intelligent Virtual Agents*, pages 165–172. ACM, 2018. (Cited on page 111.)

- Helmut Prendinger and Mitsuru Ishizuka. The empathic companion : A character-based interface that addresses users' affective states. *Applied Artificial Intelligence*, 19(3-4) :267–285, 2005. (Cited on pages 42, 45 and 151.)
- Anand S Rao and Michael P Georgeff. Modeling rational agents within a bdi-architecture. *KR*, 91 :473–484, 1991. (Cited on pages 30 and 53.)
- Rainer Reisenzein. Emotions as metarepresentational states of mind : Naturalizing the belief–desire theory of emotion. *Cognitive Systems Research*, 10(1) :6–20, 2009. (Cited on page 36.)
- Rainer Reisenzein, Eva Hudlicka, Mehdi Dastani, Jonathan Gratch, Koen Hindriks, Emiliano Lorini, and John-Jules Ch Meyer. Computational modeling of emotion : Toward improving the inter-and intradisciplinary exchange. *IEEE Transactions on Affective Computing*, 4(3) :246–266, 2013. (Cited on page 29.)
- Bernard Rimé, Pierre Philippot, Stefano Boca, and Batja Mesquita. Long-lasting cognitive and social consequences of emotion : Social sharing and rumination. *European review of social psychology*, 3(1) :225–258, 1992. (Cited on pages 27 and 105.)
- Jérémy Rivière, Carole Adam, and Sylvie Pesty. A reasoning module to select eca's communicative intention. In *International Conference on Intelligent Virtual Agents*, pages 447–454. Springer, 2012a. (Cited on page 34.)
- Jérémy Rivière, S Pesty, C Adam, and Equipe MAGMA. Un aca sincère comme compagnon artificiel. In *WACAI 2012, Workshop Affect, Compagnon Artificiel, Interaction*, page 143, 2012b. (Cited on page 130.)
- Ira J Roseman. Emotional behaviors, emotivational goals, emotion strategies : Multiple levels of organization integrate variable and consistent responses. *Emotion Review*, 3(4) :434–443, 2011. (Cited on pages xi, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 51, 56, 57, 69, 70, 71, 85 and 130.)
- Ira J Roseman. Appraisal in the emotion system : Coherence in strategies for coping. *Emotion Review*, 5(2) :141–149, 2013. (Cited on page 87.)

- Ira J Roseman and Craig A Smith. Appraisal theory. *Appraisal processes in emotion : Theory, methods, research*, pages 3–19, 2001. (Cited on pages 15 and 18.)
- Klaus R Scherer. What are emotions ? and how can they be measured ? *Social science information*, 44(4) :695–729, 2005. (Cited on pages 12 and 35.)
- Klaus R Scherer, Harald G Wallbott, and Angela B Summerfield. *Experiencing emotion : A cross-cultural study*. Editions de la Maison des Sciences de l’Homme, 1986. (Cited on page 25.)
- Klaus R Scherer, Angela Schorr, and Tom Johnstone. *Appraisal processes in emotion : Theory, methods, research*. Oxford University Press, 2001. (Cited on page 17.)
- Klaus R Scherer et al. Psychological models of emotion. *The neuropsychology of emotion*, 137(3) :137–162, 2000. (Cited on page 14.)
- Martin Schrepp. User experience questionnaire handbook. *Research Gate*, pages 1–11, 2015. (Cited on page 141.)
- John R Searle and John Rogers Searle. *Speech acts : An essay in the philosophy of language*, volume 626. Cambridge university press, 1969. (Cited on page 35.)
- John R Searle, S Willis, et al. *Intentionality : An essay in the philosophy of mind*. Cambridge university press, 1983. (Cited on page 30.)
- Karim Sehaba, Nicolas Sabouret, and Vincent Corruble. An emotional model for synthetic characters with personality. In *International Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction*, pages 749–750. Springer, 2007. (Cited on page 42.)
- Samuel Sanford Shapiro and Martin B Wilk. An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, 52(3/4) :591–611, 1965. (Cited on pages 118 and 143.)
- Phillip R Shaver, Shelley Wu, and Judith C Schwartz. Cross-cultural similarities and differences in emotion and its representation. 1992. (Cited on page 25.)

- Gal Sheppes, Susanne Scheibe, Gaurav Suri, and James J Gross. Emotion-regulation choice. *Psychological science*, 22(11) :1391–1396, 2011. (Cited on page 161.)
- Monika Sieverding. ‘be cool!’ : Emotional costs of hiding feelings in a job interview. *International Journal of Selection and Assessment*, 17(4) :391–401, 2009. (Cited on pages 134 and 150.)
- ROBERTO BUSA SJ and Antonio Zampolli. Centre pour l’automatisation de l’analyse linguistique (caal), gallarate. 1968. (Cited on page 74.)
- Craig A Smith and Richard S Lazarus. Appraisal components, core relational themes, and the emotions. *Cognition & Emotion*, 7(3-4) :233–269, 1993. (Cited on page 14.)
- Robert C Solomon. The logic of emotion. *Nous*, pages 41–49, 1977. (Cited on page 86.)
- Barry M Staw, Robert I Sutton, and Lisa H Pelled. Employee positive emotion and favorable outcomes at the workplace. *Organization Science*, 5(1) :51–71, 1994. (Cited on page 134.)
- Bas R Steunebrink, Mehdi Dastani, and John-Jules Ch Meyer. A formal model of emotion-based action tendency for intelligent agents. In *Portuguese Conference on Artificial Intelligence*, pages 174–186. Springer, 2009. (Cited on pages 29 and 32.)
- Cynthia Kay Stevens and Amy L Kristof. Making the right impression : A field study of applicant impression management during job interviews. *Journal of applied psychology*, 80(5) :587, 1995. (Cited on page 151.)
- Kenneth T Strongman. *The psychology of emotion : Theories of emotion in perspective*. John Wiley & Sons, 1996. (Cited on page 11.)
- Jianhua Tao and Tieniu Tan. Affective computing : A review. In *International Conference on Affective computing and intelligent interaction*, pages 981–995. Springer, 2005. (Cited on page 2.)
- Silvan S Tomkins. Affect theory. *Approaches to emotion*, 163(163-195), 1984. (Cited on pages 26 and 151.)

- Christophe Traïni. La cause animale (1820-1980). essai de sociologie historique. *Lectures, Les livres*, 2011. (Cited on page 10.)
- Allison S Troy, Frank H Wilhelm, Amanda J Shallcross, and Iris B Mauss. Seeing the silver lining : cognitive reappraisal ability moderates the relationship between stress and depressive symptoms. *Emotion*, 10(6) :783, 2010. (Cited on pages 105 and 107.)
- Allison S Troy, Amanda J Shallcross, and Iris B Mauss. A person-by-situation approach to emotion regulation : Cognitive reappraisal can either help or hurt, depending on the context. *Psychological science*, 24(12) :2505–2514, 2013. (Cited on pages 27, 63, 105 and 124.)
- Juan D Velásquez and Pattie Maes. Cathexis : a computational model of emotions. In *Proceedings of the first international conference on Autonomous agents*, pages 518–519. ACM, 1997. (Cited on page 22.)
- Catherine Viot and Grégory Bressolles. Les agents virtuels intelligents quels atouts pour la relation client ? 2012. (Cited on page 4.)
- Yang Yang, Xiaojuan Ma, and Pascale Fung. Perceived emotional intelligence in virtual agents. In *Proceedings of the 2017 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, pages 2255–2262. ACM, 2017. (Cited on page 45.)

Annexe : Matériel expérimental

A.1 Évaluation des actes locutoires exprimant des tendances à l'action

Tendance à l'action "Tout casser" Tendances à l'action proposées :

- Enlever l'obstruction
- Éviter
- S'enfuir
- Pleurer

Premier exemple

- **Agent** : *Bonjour, que puis-je faire pour vous ?*
- **Utilisateur** : *Je veux prendre le prochain train pour rentrer à Paris.*
- **Agent** : *Pour cela, il me faut votre identifiant que vous avez reçu par mail.*
- **Utilisateur** : *Je n'ai jamais reçu un email avec mon identifiant.*
- **Agent** : *Rah ! Y'en a marre ! Je vous renvoie vos identifiants par mail.*

* Deuxième exemple

- **Agent** : *Bonjour. Je suis votre conseiller commercial. Avez-vous déjà entendu de notre offre promotionnelle sur les lunettes ?*
- **Utilisateur** : *Oui. J'aimerais acheter une paire de lunettes ma carte de crédit est bloquée*
- **Agent** : *Rah ! Y'en a marre ! Ce n'est plus possible de bénéficier de l'offre.*

Tendance à l'action "enlever l'obstruction"

Tendances à l'action proposées :

- Détruire
- Corriger
- S'enfuir
- Réévaluer la perte

Premier exemple

- **Agent** : *Bonjour, que puis-je faire pour vous ?*
- **Utilisateur** : *Je veux prendre le prochain train pour rentrer à Paris.*
- **Agent** : *Pour cela, il me faut votre identifiant que vous avez reçu par mail.*
- **Utilisateur** : *Je n'ai jamais reçu un email avec mon identifiant.*
- **Agent** : *Hum.. Voyons ce qu'on peut faire. Je vous renvoie vos identifiants par mail.*

Deuxième exemple

- **Agent** : *Bonjour. Je suis votre conseiller commercial. Avez-vous déjà entendu de notre offre promotionnelle sur les lunettes ?*
- **Utilisateur** : *Oui. J'aimerais acheter une paire de lunettes mais ma carte de crédit est bloquée*
- **Agent** : *Hum.. Voyons ce qu'on peut faire. Ce n'est plus possible de bénéficier de l'offre.*

Tendance à l'action "se punir"

Tendances à l'action proposées :

- Réévaluer la perte
- Corriger
- se soumettre
- se cacher

Premier exemple

- **Agent** : *Bonjour, que puis-je faire pour vous ?*

A.1. Évaluation des actes locutoires exprimant des tendances à l'action 183

- **Utilisateur** : *Je veux prendre le prochain train pour rentrer à Paris.*
- **Agent** : *Pour cela, il me faut votre identifiant que vous avez reçu par mail.*
- **Utilisateur** : *Vous m'avez envoyé un identifiant erroné !*
- **Agent** : *C'est vrai je suis nul. Je vais vous renvoyer vos identifiants corrects par mail.*

Deuxième exemple

- **Agent** : *Bonjour, que puis-je faire pour vous ?*
- **Utilisateur** : *Vous m'avez donné des horaires d'ouverture du musée fausses ! Il est fermé jeudi alors que vous m'aviez dit qu'il était ouvert !*
- **Agent** : *C'est vrai je suis nul. Je mets à jour mes connaissances... Effectivement le musée est fermé jeudi.*

Tendance à l'action "attaquer"

Tendances à l'action proposées :

- Détruire
- Blessier
- Insulter
- S'enfuir

Premier exemple

- **Agent** : *Bonjour, que puis-je faire pour vous ?*
- **Utilisateur** : *Je veux prendre le prochain train pour rentrer à Paris.*
- **Agent** : *Pour cela, il me faut votre identifiant que vous avez reçu par mail.*
- **Utilisateur** : *Je l'ai perdu !*
- **Agent** : *Tout ça est à cause de vous ! Je vous renvoie votre identifiant par mail.*

Deuxième exemple

- **Agent** : *Bonjour. Je suis votre conseiller commercial. Avez-vous déjà entendu parler de notre offre promotionnelle sur les lunettes ?*

- **Utilisateur** : *Oui. J'aimerais acheter une paire de lunettes mais j'ai oublié ma carte de crédit.*
- **Agent** : *Tout ça est à cause de vous ! Ce n'est plus possible de bénéficier de l'offre.*

Tendance à l'action "insulter"

Tendances à l'action proposées :

- Détruire
- Blessier
- Attaquer
- S'enfuir

Premier exemple

- **Agent** : *Bonjour, que puis-je faire pour vous ?*
- **Utilisateur** : *Je veux prendre le prochain train pour rentrer à Paris.*
- **Agent** : *Pour cela, il me faut votre identifiant que vous avez reçu par mail.*
- **Utilisateur** : *Je l'ai perdu !*
- **Agent** : *Vous êtes vraiment stupide ! Je vous renvoie votre identifiant par mail.*

Deuxième exemple

- **Agent** : *Bonjour. Je suis votre conseiller commercial. Avez-vous déjà entendu parler de notre offre promotionnelle sur les lunettes ?*
- **Utilisateur** : *Oui. J'aimerais acheter une paire de lunettes mais j'ai oublié ma carte de crédit.*
- **Agent** : *Vous êtes vraiment stupide ! Ce n'est plus possible de bénéficier de l'offre.*

Tendance à l'action "blesser"

- Détruire
- Insulter

A.1. Évaluation des actes locutoires exprimant des tendances à l'action 185

- Attaquer
- Éviter

Premier exemple

- **Agent** : *Bonjour, que puis-je faire pour vous ?*
- **Utilisateur** : *Je veux prendre le prochain train pour rentrer à Paris.*
- **Agent** : *Pour cela, il me faut votre identifiant que vous avez reçu par mail.*
- **Utilisateur** : *Je l'ai perdu !*
- **Agent** : *Vous n'êtes bon à rien !! Je vous renvoie votre identifiant par mail.*

Deuxième exemple

- **Agent** : *Bonjour. Je suis votre conseiller commercial. Avez-vous déjà entendu parler de notre offre promotionnelle sur les lunettes ?*
- **Utilisateur** : *Oui. J'aimerais acheter une paire de lunettes mais j'ai oublié ma carte de crédit.*
- **Agent** : *Vous n'êtes bon à rien ! Ce n'est plus possible de bénéficier de l'offre.*

Tendance à l'action "Éviter"

- Détruire
- Blessier
- Attaquer
- S'enfuir

Premier exemple

- **Agent** : *Bonjour, que puis-je faire pour vous ?*
- **Utilisateur** : *J'ai vu que tous les utilisateurs du service après vente de l'assurance ont mis une évaluation très négative pour vos services.*
- **Agent** : *Et si on parlait d'autre chose ? Voulez-vous avoir des informations sur les nouveaux contrats proposés ?*

Deuxième exemple

- **Agent** : *Bonjour, que puis-je faire pour vous ?*

- **Utilisateur** : *Votre ville est jolie mais à cause des grèves je n'ai pas pu en profiter.*
- **Agent** : *Et si on parlait d'autre chose ? Voulez-vous avoir des informations sur l'agenda culturel de cette semaine ?*

Tendance à l'action "S'enfuir de la situation"

- Éviter
- Se protéger
- Demander de l'aide
- Se soumettre

Premier exemple

- **Agent** : *Bonjour, que puis-je faire pour vous ?*
- **Utilisateur** : *J'ai vu que tous les utilisateurs du service après vente de l'assurance ont mis une évaluation très négative pour vos services.*
- **Agent** : *Je ne veux pas parler de cela. Arrêtons là notre discussion !*

Deuxième exemple

- **Agent** : *Bonjour, que puis-je faire pour vous ?*
- **Utilisateur** : *Votre ville est jolie mais à cause des grèves je n'ai pas pu en profiter.*
- **Agent** : *Je ne veux pas parler de cela. Arrêtons là notre discussion !*

Tendance à l'action "Se protéger"

- Éviter
- Pleurer
- Demander de l'aide
- S'enfuir

Premier exemple

- **Agent** : *Bonjour, que puis-je faire pour vous ?*

A.1. Évaluation des actes locutoires exprimant des tendances à l'action 187

- **Utilisateur** : *J'ai vu que tous les utilisateurs du service après vente de l'assurance ont mis une évaluation très négative pour vos services.*
- **Agent** : *Je ne suis pas ici pour entendre ce genre de remarques. Arrêtons là notre discussion !*

Deuxième exemple

- **Agent** : *Bonjour, que puis-je faire pour vous ?*
- **Utilisateur** : *Votre ville est jolie mais à cause des grèves je n'ai pas pu en profiter.*
- **Agent** : *Je ne suis pas ici pour entendre ce genre de remarques. Arrêtons là notre discussion !*

Tendance à l'action "Pleurer"

- Éviter
- Se protéger
- Demander de l'aide
- S'enfuir

Premier exemple

- **Agent** : *Bonjour, que puis-je faire pour vous ?*
- **Utilisateur** : *J'ai vu que tous les utilisateurs du service après vente de l'assurance ont mis une évaluation très négative pour vos services.*
- **Agent** : *Snif.*

Deuxième exemple

- **Agent** : *Bonjour, que puis-je faire pour vous ?*
- **Utilisateur** : *Votre ville est jolie mais à cause des grèves je n'ai pas pu en profiter.*
- **Agent** : *Snif.*

Tendance à l'action "Demander de l'aide"

- Pleurer

- Se protéger
- Enlever l'obstruction
- S'enfuir

Premier exemple

- **Agent** : *Bonjour, que puis-je faire pour vous ?*
- **Utilisateur** : *J'ai vu que tous les utilisateurs du service après vente de l'assurance ont mis une évaluation très négative pour vos services.*
- **Agent** : *Il faut que vous m'aidiez ! Vous pouvez me donner une bonne note si vous êtes satisfait.*

Deuxième exemple

- **Agent** : *Bonjour, que puis-je faire pour vous ?*
- **Utilisateur** : *Les utilisateurs préfèrent s'adresser à un agent touristique humain plutôt qu'à toi.*
- **Agent** : *Il faut que vous m'aidiez ! J'ai été conçu par l'office du tourisme pour répondre à vos questions. J'ai une grande expertise.*

Tendance à l'action "Corriger"

- Pleurer
- Réévaluer la perte
- Enlever l'obstruction
- Expier

Premier exemple

- **Agent** : *Bonjour, que puis-je faire pour vous ?*
- **Utilisateur** : *Je cherche un restaurant vegan dans le coin. Pouvez-vous m'aider ?*
- **Agent** : *Il n'y a pas de restaurant vegan dans cette ville.*
- **Utilisateur** : *Mais Google m'a dit que si !*
- **Agent** : *Pardon je vais tenter de corriger. Je vais mettre à jour mes connaissances.. Et oui il y' a un nouveau restaurant vegan qui a été inauguré Hier*

.Voici l'adresse : 1 Rue Victor Hugo.

Deuxième exemple

- **Agent** : *Bonjour, que puis-je faire pour vous ?*
- **Utilisateur** : *J'aimerais activer mon compte client.*
- **Agent** : *Vous allez recevoir un mail avec vos identifiants.*
- **Utilisateur** : *Je n'ai toujours pas reçu de mail !*
- **Agent** : *Pardon je vais tenter de corriger. Je vous renvoie un email tout de suite.*

Tendance à l'action "Réévaluer la perte"

- Pleurer
- Se protéger
- Enlever l'obstruction
- Expier

Premier exemple

- **Agent** : *Bonjour, que puis-je faire pour vous ?*
- **Utilisateur** : *Je cherche un restaurant vegan dans le coin. Pouvez-vous m'aider ?*
- **Agent** : *Il n'y a pas de restaurant vegan dans cette ville.*
- **Utilisateur** : *Mais Google m'a dit que si !*
- **Agent** : *Ce n'est pas très grave. Je vais mettre à jour mes connaissances.. Et oui il y a un nouveau restaurant vegan qui a été inauguré Hier .Voici l'adresse : 1 Rue Victor Hugo.*

Deuxième exemple

- **Agent** : *Bonjour, que puis-je faire pour vous ?*
- **Utilisateur** : *J'aimerais activer mon compte client.*
- **Agent** : *Vous allez recevoir un mail avec vos identifiants.*
- **Utilisateur** : *Je n'ai toujours pas reçu de mail !*
- **Agent** : *Ce n'est pas très grave. Je vous renvoie un email tout de suite.*

Tendance à l'action "Subir les conséquences de ses actions"

- Se soumettre
- Se protéger
- Se cacher
- Corriger

Premier exemple

- **Agent** : *Bonjour, que puis-je faire pour vous ?*
- **Utilisateur** : *Je cherche un restaurant vegan dans le coin. Pouvez-vous m'aider ?*
- **Agent** : *Il n'y a pas de restaurant vegan dans cette ville.*
- **Utilisateur** : *Mais Google m'a dit que si !*
- **Agent** : *Qu'est-ce que je peux faire pour me faire pardonner ? Je vais mettre à jour mes connaissances.. Et oui il y' a un nouveau restaurant vegan qui a été inauguré Hier .Voici l'adresse : 1 Rue Victor Hugo.*

Deuxième exemple

- **Agent** : *Bonjour, que puis-je faire pour vous ?*
- **Utilisateur** : *J'aimerais activer mon compte client.*
- **Agent** : *Vous allez recevoir un mail avec vos identifiants.*
- **Utilisateur** : *Je n'ai toujours pas reçu de mail !*
- **Agent** : *Qu'est-ce que je peux faire pour me faire pardonner ? Je vous renvoie un email tout de suite.*

Tendance à l'action "S'éloigner de l'autre"

- Attaquer
- Se protéger
- Repousser l'autre
- S'enfuir

Premier exemple

- **Agent** : *Bonjour, que puis-je faire pour vous ?*

A.1. Évaluation des actes locutoires exprimant des tendances à l'action 191

- **Utilisateur** : *Je cherche un restaurant vegan dans le coin. Pouvez-vous m'aider ?*
- **Agent** : *Il n'y a pas de restaurant vegan dans cette ville.*
- **Utilisateur** : *Je pense que tu manques de connaissances.*
- **Agent** : *Je ne veux plus te parler.*

Deuxième exemple

- **Agent** : *Bonjour, que puis-je faire pour vous ?*
- **Utilisateur** : *Je veux résilier mon contrat parce que je n'aime pas vos réponses.*
- **Agent** : *Je ne veux plus te parler !*

Tendance à l'action "Sauter de joie face à un évènement"

- Partager l'humeur
- Contacter
- Chercher la reconnaissance
- Se détendre

Premier exemple

- **Agent** : *Bonjour, que puis-je faire pour vous ?*
- **Utilisateur** : *Cette ville est bien desservies en transports publiques.*
- **Agent** : *Youpi ! Voulez-vous voir le plan du métro ?*

Deuxième exemple

- **Agent** : *Bonjour, que puis-je faire pour vous ?*
- **Utilisateur** : *Pour mon dégât des eaux, les dangers sont moins importants que ce que je craignais. Il faut quand même que je le signale.*
- **Agent** : *Youpi ! Je vous envoie les documents nécessaires par mail.*

Tendance à l'action "Partager l'humeur"

- Sauter de joie face à un évènement

- Continuer
- S'approcher
- S'enfuir

Premier exemple

- **Agent** : *Bonjour, que puis-je faire pour vous ?*
- **Utilisateur** : *Cette ville est bien desservie en transports publics.*
- **Agent** : *ça me fait très plaisir ! Voulez-vous voir le plan du métro ?*

Deuxième exemple

- **Agent** : *Bonjour, que puis-je faire pour vous ?*
- **Utilisateur** : *Pour mon dégât des eaux, les dangers sont moins importants que ce que je craignais. Il faut quand même que je le signale.*
- **Agent** : *ça me fait très plaisir ! Je vous envoie les documents nécessaires par mail.*

Tendance à l'action "Continuer dans le même plan"

- Sauter de joie face à un évènement
- S'approcher
- Partager l'humeur
- Se détendre

Premier exemple

- **Agent** : *Bonjour, que puis-je faire pour vous ?*
- **Utilisateur** : *Cette ville est bien desservie en transports publics.*
- **Agent** : *Cool ! Voulez-vous voir le plan du métro ?*

Deuxième exemple

- **Agent** : *Bonjour, que puis-je faire pour vous ?*
- **Utilisateur** : *Pour mon dégât des eaux, les dangers sont moins importants que ce que je craignais. Il faut quand même que je le signale.*
- **Agent** : *Cool ! Je vous envoie les documents nécessaires par mail.*

Tendance à l'action "Faire savoir autour de soi"

- S'afficher
- Chercher la reconnaissance
- Partager l'humeur
- Se détendre

Premier exemple

- **Agent** : *Bonjour, que puis-je faire pour vous ?*
- **Utilisateur** : *Grâce à vos conseils, je ne me suis pas perdu !*
- **Agent** : *Tu as vu comme je suis bon ! Il faut que vous le disiez à tout le monde. Dites, qu'est-ce que je peux faire pour vous ?*

Deuxième exemple

- **Agent** : *Bonjour, que puis-je faire pour vous ?*
- **Utilisateur** : *Pouvez-vous m'expliquer la différence entre le contrat d'assurance et le contrat d'assistance ?*
- **Agent** : *Un contrat d'assurance prendra en charge financièrement les frais que vous pourrez déboursier (ex : frais médicaux, avocats, vol bagages, etc.) alors qu'un contrat d'assistance prendra en charge la logistique et l'organisation.*
- **Utilisateur** : *Merci ! Vous m'avez beaucoup aidé !*
- **Agent** : *Tu as vu comme je suis bon ! Il faut que vous le disiez à tout le monde. Dites, qu'est-ce que je peux faire pour vous ?*

Tendance à l'action "s'afficher"

- Continuer
- Chercher la reconnaissance
- Faire savoir autour de soi
- S'approcher

Premier exemple

- **Agent** : *Bonjour, que puis-je faire pour vous ?*
- **Utilisateur** : *Grâce à vos conseils, je ne me suis pas perdu !*

- **Agent** : *Je sais je suis parfait. Dites, qu'est-ce que je peux faire pour vous ?*

Deuxième exemple

- **Agent** : *Bonjour, que puis-je faire pour vous ?*
- **Utilisateur** : *Pouvez-vous m'expliquer la différence entre le contrat d'assurance et le contrat d'assistance ?*
- **Agent** : *Un contrat d'assurance prendra en charge financièrement les frais que vous pourrez déboursier (ex : frais médicaux, avocats, vol bagages, etc.) alors qu'un contrat d'assistance prendra en charge la logistique et l'organisation.*
- **Utilisateur** : *Merci ! Vous m'avez beaucoup aidé !*
- **Agent** : *Je sais je suis parfait. Dites, qu'est-ce que je peux faire pour vous ?*

Tendance à l'action "Chercher la reconnaissance"

- Sauter de joie face à un évènement
- S'afficher
- Faire savoir autour de soi
- S'approcher

Premier exemple

- **Agent** : *Bonjour, que puis-je faire pour vous ?*
- **Utilisateur** : *Grâce à vos conseils, je ne me suis pas perdu !*
- **Agent** : *J'aime recevoir des compliments ! Dites, qu'est-ce que je peux faire pour vous ?*

Deuxième exemple

- **Agent** : *Bonjour, que puis-je faire pour vous ?*
- **Utilisateur** : *Pouvez-vous m'expliquer la différence entre le contrat d'assurance et le contrat d'assistance ?*
- **Agent** : *Un contrat d'assurance prendra en charge financièrement les frais que vous pourrez déboursier (ex : frais médicaux, avocats, vol bagages, etc.) alors qu'un contrat d'assistance prendra en charge la logistique et l'organisation.*
- **Utilisateur** : *Merci ! Vous m'avez beaucoup aidé !*

A.1. Évaluation des actes locutoires exprimant des tendances à l'action 195

- **Agent** : *J'aime recevoir des compliments! Dites, qu'est-ce que je peux faire pour vous?*

Tendance à l'action "S'approcher de l'autre"

- Chercher le contact de l'autre
- Partager l'humeur
- Faire savoir autour de soi
- Continuer

Premier exemple

- **Agent** : *Bonjour, que puis-je faire pour vous?*
- **Utilisateur** : *Grâce à vos conseils, je ne me suis pas perdu!*
- **Agent** : *J'aimerais continuer à vous parler. Dites, qu'est-ce que je peux faire pour vous?*

Deuxième exemple

- **Agent** : *Bonjour, que puis-je faire pour vous?*
- **Utilisateur** : *Pouvez-vous m'expliquer la différence entre le contrat d'assurance et le contrat d'assistance?*
- **Agent** : *Un contrat d'assurance prendra en charge financièrement les frais que vous pourrez déboursier (ex : frais médicaux, avocats, vol bagages, etc.) alors qu'un contrat d'assistance prendra en charge la logistique et l'organisation.*
- **Utilisateur** : *Je vous trouve intelligent.*
- **Agent** : *J'aimerais continuer à vous parler. Dites, qu'est-ce que je peux faire pour vous?*

Tendance à l'action "Chercher le contact de l'autre"

- Sauter de joie face à un événement
- Chercher la reconnaissance
- Faire savoir autour de soi
- S'approcher de l'autre

Premier exemple

- **Agent** : *Bonjour, que puis-je faire pour vous ?*
- **Utilisateur** : *Grâce à vos conseils, je ne me suis pas perdu !*
- **Agent** : *J'aimerais vous parler plus souvent. Dites, qu'est-ce que je peux faire pour vous ?*

Deuxième exemple

- **Agent** : *Bonjour, que puis-je faire pour vous ?*
- **Utilisateur** : *Pouvez-vous m'expliquer la différence entre le contrat d'assurance et le contrat d'assistance ?*
- **Agent** : *Un contrat d'assurance prendra en charge financièrement les frais que vous pourrez déboursier (ex : frais médicaux, avocats, vol bagages, etc.) alors qu'un contrat d'assistance prendra en charge la logistique et l'organisation.*
- **Utilisateur** : *Je vous trouve intelligent.*
- **Agent** : *J'aimerais vous parler plus souvent. Dites, qu'est-ce que je peux faire pour vous ?*

Tendance à l'action "Rejeter l'objet du dégoût"

- Repousser l'autre
- S'enfuir de la menace
- Détruire tout suite à un évènement
- Enlever l'obstruction

Premier exemple

- **Agent** : *Bonjour, que puis-je faire pour vous ?*
- **Utilisateur** : *Je me suis perdu dans la ville.*
- **Agent** : *Je n'aime pas ça ! Je peux vous donner le plan de la ville.*

Deuxième exemple

- **Agent** : *Bonjour, que puis-je faire pour vous ?*
- **Utilisateur** : *Votre concurrent donne des prix plus abordables que vous n'êtes pas leader sur le marché.*

A.1. Évaluation des actes locutoires exprimant des tendances à l'action 197

- **Agent** : *Je n'aime pas ça ! Nos services proposés sont à la hauteur des prix proposés.*

Tendance à l'action "Se soumettre"

- Se désister
- Se cacher
- Rejeter l'objet du dégoût
- Expier

Premier exemple

- **Agent** : *Bonjour, que puis-je faire pour vous ?*
- **Utilisateur** : *Je me suis perdu dans la ville parce que vous m'avez donné des indications erronées.*
- **Agent** : *Je suis prêt à faire ce que vous voulez. Je vous donne le plan de la ville.*

Deuxième exemple

- **Agent** : *Bonjour, que puis-je faire pour vous ?*
- **Utilisateur** : *Vous ne répondez pas correctement aux questions. C'est pour cette raison que n'êtes pas leader sur le marché.*
- **Agent** : *Je suis prêt à faire ce que vous voulez. Je vous donne le plan de la ville. Je vais mettre à jour mes connaissances pour mieux vous répondre.*

Tendance à l'action "Se désister"

- Se soumettre
- Se cacher
- Rejeter l'objet du dégoût
- Expier

Premier exemple

- **Agent** : *Bonjour, que puis-je faire pour vous ?*

- **Utilisateur** : *Je me suis perdu dans la ville parce que vous m'avez donné des indications erronées.*
- **Agent** : *Je préfère laisser la place à mon collègue.*

Deuxième exemple

- **Agent** : *Bonjour, que puis-je faire pour vous ?*
- **Utilisateur** : *Vous ne répondez pas correctement aux questions. C'est pour cette raison que n'êtes pas leader sur le marché.*
- **Agent** : *Je préfère laisser la place à mon collègue.*

Tendance à l'action "Se cacher"

- Se soumettre
- Se désister
- Rejeter l'objet du dégoût
- Expier

Premier exemple

- **Agent** : *Bonjour, que puis-je faire pour vous ?*
- **Utilisateur** :
textitJe me suis perdu dans la ville parce que vous m'avez donné des indications erronées.
- **Agent** : *J'aimerais disparaître.*

Deuxième exemple

- **Agent** : *Bonjour, que puis-je faire pour vous ?*
- **Utilisateur** : *Vous ne répondez pas correctement aux questions. C'est pour cette raison que n'êtes pas leader sur le marché.*
- **Agent** : *J'aimerais disparaître.*

Tendance à l'action "Repousser l'autre"

- S'éloigner de l'autre

A.1. Évaluation des actes locutoires exprimant des tendances à l'action 199

- Attaquer l'autre
- Rejeter l'objet du dégoût
- Blessier l'autre

Premier exemple

- **Agent** : *Bonjour, que puis-je faire pour vous ?*
- **Utilisateur** : *Je veux résilier mon contrat.*
- **Agent** : *Agh ! Je ne veux plus discuter avec Vous.*

Deuxième exemple

- **Agent** : *Bonjour, que puis-je faire pour vous ?*
- **Utilisateur** : *Je change de contrat. Je vais chez votre concurrent.*
- **Agent** : *Agh ! Je ne veux plus discuter avec vous.*

Tendance à l'action "Sans espoir"

- Se désister
- Se cacher
- Repousser l'objet du dégoût
- Rejeter l'évènement

Premier exemple

- **Agent** : *Bonjour, que puis-je faire pour vous ?*
- **Utilisateur** : *J'ai plus de 25 ans. Je ne peux plus bénéficier de l'offre que vous présentez.*
- **Agent** : *Je ne peux rien faire de plus.*

Deuxième exemple

- **Agent** : *Bonjour, que puis-je faire pour vous ?*
- **Utilisateur** : *Il y'a des grèves de transport aujourd'hui. Je ne peux pas faire le circuit touristique que vous m'avez indiqué.*
- **Agent** : *Je ne peux rien faire de plus.*

Tendance à l'action "Se détendre"

- Partager l'humeur
- Sauter de jour face à un événement
- Continuer sur la même lancée
- Faire répandre

Premier exemple

- **Agent** : *Bonjour, que puis-je faire pour vous ?*
- **Utilisateur** : *J'allais résilier mon contrat mais votre service m'a convaincu de rester.*
- **Agent** : *Ouf! C'est mieux comme ça!*

Deuxième exemple

- **Agent** : *Bonjour, que puis-je faire pour vous ?*
- **Utilisateur** : *Vous vous êtes trompé d'adresse mail!*
- **Agent** : *Je vais vous renvoyer un email avec votre bonne adresse!*
- **Utilisateur** : *Ah non! pardon. J'ai bien reçu le mail.*
- **Agent** : *Ouf! C'est mieux comme ça!*

A.2 Mesure de l'impact des stratégies de régulation émotionnelle sur la perception de l'agent

A.2.1 Consentement

Etude perceptive sur les agents conversationnels

Nous vous proposons de participer à une expérimentation qui s'inscrit dans le cadre de travaux de recherche sur les systèmes interactifs utilisant des **agents virtuels conversationnels**.

Nous allons vous demander de **lire attentivement** un extrait d'un dialogue qui a eu lieu entre un **humain** et un **agent virtuel**. Cet extrait sera affiché trois fois, qui correspondent à trois versions différentes de l'agent.

A la fin de chaque extrait de dialogue, nous allons vous demander de répondre à **un questionnaire** contenant **20 items** concernant l'agent virtuel. Il n'y a pas de bonne ou de mauvaise réponse.

Il est important de faire l'étude **en une seule fois sans interruption**.

Remarque sur la protection de la vie privée

Ce questionnaire est **anonyme**.

L'enregistrement de vos réponses à ce questionnaire ne contient aucune information permettant de vous identifier, à moins que l'une des questions ne vous le demande explicitement.

Cette étude est menée au **LIMSI de l'Université Paris-Saclay**. En cas de publication des résultats de l'étude, ils resteront complètement anonymes.

J'ai pris connaissance du principe de l'expérimentation et j'accepte d'y participer en cliquant sur le bouton "Suivant" :

Suivant

FIGURE A.1 – Questionnaire de consentement pour l'étude perceptive en ligne

A.2.2 Questionnaire

Après lecture de cet extrait, vous pensez que la guide touristique virtuelle Léa :

	Pas du tout d'accord	Pas d'accord	Indifférent	d'accord	Tout à fait d'accord	
... est plaisante.	<input type="radio"/>					
... est amicale.	<input type="radio"/>					
... est gentille.	<input type="radio"/>					
... est agréable.	<input type="radio"/>					
... est aimable.	<input type="radio"/>					
... a été spontanée avec la touriste.	<input type="radio"/>					
... s'est dévoilée à la touriste.	<input type="radio"/>					
... a montré ses faiblesses à la touriste.	<input type="radio"/>					
... a donné son avis à la touriste.	<input type="radio"/>					
... a exprimé ses émotions à la touriste.	<input type="radio"/>					
... a apprécié échanger avec la touriste.	<input type="radio"/>					
... a été avenante avec la touriste.	<input type="radio"/>					
... a cherché à se rapprocher de la touriste.	<input type="radio"/>					
... a été serviable avec la touriste.	<input type="radio"/>					
... exprime souvent de la joie.	<input type="radio"/>					
... exprime souvent de la fierté.	<input type="radio"/>					
... exprime souvent de l'enthousiasme.	<input type="radio"/>					
... exprime souvent de la tristesse.	<input type="radio"/>					
... exprime souvent de la honte.	<input type="radio"/>					
... exprime souvent de la colère.	<input type="radio"/>					

FIGURE A.2 – Questionnaire de l'étude perceptive en ligne

A.3 Étude interactive avec un candidat virtuel

A.3.1 Consentement

Évaluation d'un candidat virtuel

Nous vous proposons de participer à une expérimentation qui s'inscrit dans le cadre de travaux de recherche sur les systèmes interactifs utilisant des **agents virtuels conversationnels**.

Nous avons choisi la situation d'un **entretien d'embauche** où vous jouerez le rôle de **recruteur** et l'agent le rôle du **candidat**. Nous allons vous présenter un scénario qui permettra de vous mettre en situation et contextualiser les échanges que vous aurez avec le candidat virtuel.

Nous allons vous demander de **refaire ce même scénario trois fois** avec des versions différentes de l'agent.

A la fin de chacune des trois interactions, vous aurez à répondre à un **questionnaire anonyme** concernant l'interaction.

Nous allons d'abord vous montrer un exemple d'un scénario et d'une interaction en vidéo pour mieux visualiser les consignes.

Merci de faire cette expérimentation **seul(e)**, dans **un endroit calme** et sur le navigateur web **Google Chrome** (pour des raisons de compatibilités). Vous aurez également besoin d'activer votre **microphone**.

Remarque sur la protection de la vie privée

Ce questionnaire est anonyme.

L'enregistrement de vos réponses à ce questionnaire ne contient aucune information permettant de vous identifier, à moins que l'une des questions ne vous le demande explicitement.

Cette étude est menée au LIMSI de l'Université Paris-Saclay. En cas de publication des résultats de l'étude, ils resteront complètement anonymes.

J'ai pris connaissance du principe de l'expérimentation et j'accepte d'y participer en cliquant sur le bouton "**Suivant**" :

Suivant

FIGURE A.3 – Questionnaire de consentement pour l'étude interactive en ligne

A.3.2 Questionnaire

Maintenant, nous vous invitons donc à noter votre degré d'accord avec les propositions suivantes allant de 1 à 5 :

(1 = *pas du tout d'accord*, 5= *tout à fait d'accord*).

	1	2	3	4	5	
Les réponses de l'agent étaient appropriées au contexte.	<input type="radio"/>					
L'agent a bien compris vos propos.	<input type="radio"/>					
Vous avez trouvé l'agent plaisant.	<input type="radio"/>					
Vous avez trouvé l'agent amical.	<input type="radio"/>					
Vous avez trouvé l'agent gentil.	<input type="radio"/>					
Vous avez trouvé l'agent agréable.	<input type="radio"/>					
Vous avez trouvé l'agent aimable.	<input type="radio"/>					
Vous avez trouvé l'agent compétent.	<input type="radio"/>					
Vous avez trouvé l'agent bien renseigné.	<input type="radio"/>					
Vous avez trouvé l'agent intelligent.	<input type="radio"/>					
Vous avez trouvé l'agent responsable.	<input type="radio"/>					
Vous avez trouvé l'agent sensé.	<input type="radio"/>					
Vous avez trouvé l'interaction facile.	<input type="radio"/>					
Vous avez trouvé l'interaction captivante.	<input type="radio"/>					
Vous avez trouvé l'interaction intéressante.	<input type="radio"/>					
Vous avez trouvé l'interaction claire.	<input type="radio"/>					

FIGURE A.4 – Questionnaire de l'étude interactive en ligne

Titre : Vers des agents conversationnels capables de réguler leurs émotions : un modèle informatique des tendances à l'action

Mots clés : Informatique affective, modélisation des émotions, interaction humain-agent

Résumé : Les agents virtuels conversationnels ayant un comportement social reposent souvent sur au moins deux disciplines différentes: l'informatique et la psychologie. Dans la plupart des cas, les théories psychologiques sont converties en un modèle informatique afin de permettre aux agents d'adopter des comportements crédibles.

Nos travaux de thèse se positionnent au croisement de ces deux champs disciplinaires. Notre objectif est de renforcer la crédibilité des agents conversationnels.

Nous nous intéressons aux agents conversationnels orientés tâche, qui sont utilisés dans un contexte professionnel pour produire des réponses à partir d'une base de connaissances métier. Nous proposons un modèle affectif pour ces agents qui s'inspire des mécanismes affectifs chez l'humain.

L'approche que nous avons choisie de mettre en œuvre dans notre modèle s'appuie sur la théorie des Tendances à l'Action en psychologie. Nous avons proposé un modèle des émotions en utilisant un formalisme inspiré de la logique BDI pour représenter les croyances et les buts de l'agent.

Ce modèle a été implémenté dans une architecture d'agent conversationnel développée au sein de l'entreprise DAVI.

Afin de confirmer la pertinence de notre approche, nous avons réalisé plusieurs études expérimentales. La première porte sur l'évaluation d'expressions verbales de la tendance à l'action. La deuxième porte sur l'impact des différentes stratégies de régulation possibles sur la perception de l'agent par l'utilisateur. Enfin, la troisième étude porte sur l'évaluation des agents affectifs en interaction avec des participants. Nous montrons que le processus de régulation que nous avons implémenté permet d'augmenter la crédibilité et le professionnalisme perçu des agents, et plus généralement qu'ils améliorent l'interaction.

Nos résultats mettent ainsi en avant la nécessité de prendre en considération les deux mécanismes émotionnels complémentaires : la génération et la régulation des réponses émotionnelles. Ils ouvrent des

perspectives sur les différentes manières de gérer les émotions et leur impact sur la perception de l'agent.



Title : Towards conversational agents with emotion regulation abilities : a computational model of action tendencies

Keywords : Affective computing, emotion modelling, human-agent interaction.

Abstract : Conversational virtual agents with social behaviour are often based on at least two different disciplines: computer science and psychology. In most cases, psychological findings are converted into computational mechanisms in order to make agents look and behave in a believable manner.

In this work, we aim at increasing conversational agents' believability and making human-agent interaction more natural by modelling emotions. More precisely, we are interested in task-oriented conversational agents, which are used as a customer-relationship channel to respond to users request. We propose an affective model of emotional responses' generation and control during a task-oriented interaction.

Our proposed model is based, on one hand, on the theory of Action Tendencies (AT) in psychology to generate emotional responses during the interaction. On the other hand, the emotional control mechanism is inspired from social emotion regulation in empirical psychology. Both mechanisms use agent's goals, beliefs and ideals. This model has been implemented in an agent architecture endowed with a natural language processing engine developed by the company DAVI.

In order to confirm the relevance of our approach, we realized

several experimental studies. The first was about validating verbal expressions of action tendency in a human-agent dialogue. In the second, we studied the impact of different emotional regulation strategies on the agent perception by the user.

This study allowed us to design a social regulation algorithm based on theoretical and empirical findings. Finally, the third study focuses on the evaluation of emotional agents in real-time interactions. Our results show that the regulation process contributes in increasing the credibility and perceived competence of agents as well as in improving the interaction.

Our results highlight the need to take into consideration of the two complementary emotional mechanisms: the generation and regulation of emotional responses. They open perspectives on different ways of managing emotions and their impact on the perception of the agent.

