



HAL
open science

Vers des agents conversationnels animés sociaux : Quelle influence de l'intimité virtuelle sur l'expérience utilisateur et la relation-client ?

Delphine Potdevin

► To cite this version:

Delphine Potdevin. Vers des agents conversationnels animés sociaux : Quelle influence de l'intimité virtuelle sur l'expérience utilisateur et la relation-client ?. Psychologie. Université Paris-Saclay, 2020. Français. NNT : 2020UPASW004 . tel-03166014

HAL Id: tel-03166014

<https://theses.hal.science/tel-03166014v1>

Submitted on 11 Mar 2021

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 animés
sociaux :
Quelle influence de l'intimité
virtuelle sur l'expérience
utilisateur et la relation-client ?

Thèse de doctorat de l'Université Paris-Saclay

École doctorale n° 566, Sciences du Sport, de la Motricité
et du Mouvement Humain (SSMMH)
Spécialité de doctorat : Psychologie
Unité de recherche : Université Paris-Saclay, CNRS, LIMSI, 91400,
Orsay, France
Réfèrent : : Faculté des Sciences du Sport

**Thèse présentée et soutenue à Orsay, le 08 Décembre 2020,
par**

Delphine POTDEVIN

Composition du jury :

Michel-Ange Amorim Professeur des Universités, CIAMS, Université Paris-Saclay	Président
Béatrice Cahour Chercheure HDR CNRS, UMR i3, Télécom Paris, IPP	Rapporteur & Examinatrice
Manuel Zacklad Professeur au Conservatoire National des Arts et Métiers	Rapporteur & Examineur
Stéphanie Buisine Professeure HDR, CESI LINEACT, Paris Nanterre	Examinatrice
Nicolas Sabouret Professeur des Universités, LIMSI-CNRS, Université Paris-Saclay	Directeur de thèse
Céline Clavel Maitre de Conférence, LIMSI-CNRS, Université Paris-Saclay	Co-encadrante de thèse
Pascal Arbault CEO, DAVI-Les Humaniseurs	Invité
Yannick Gérard Directeur R&D, DAVI-Les Humaniseurs	Invité

Remerciements

Tout d'abord, j'aimerais remercier mes encadrants de thèse, Nicolas Sabouret et Céline Clavel pour m'avoir offert un cadre de recherche exceptionnel pendant ces 3 années (et quelques mois!). Chacun à votre manière vous avez su me soutenir dans toutes les étapes de ce projet, tant sur le plan professionnel que sur le plan personnel, avec une grande justesse et une grande bienveillance. Votre encadrement, tout autant pluridisciplinaire que l'est ma thèse, m'a offert une vision riche et plurielle de la recherche et m'a permis de vivre une expérience inédite, mêlant psychologie sociale et informatique affective. Nicolas, merci d'avoir toujours répondu présent face à mes doutes et mes interrogations. Merci entre autres choses de m'avoir aidé au fil du temps à synthétiser ma pensée. Merci pour ta bonne humeur, qui n'a rendu mon parcours que plus facile! Céline, merci pour tout le temps que tu m'as accordé pendant ces années, parfois même à des heures tardives... Merci pour ta rigueur méthodologique et la pertinence de tes remarques qui m'ont toujours permis d'élever notre recherche. Merci aussi pour ton enthousiasme et pour tous tes mots encourageants! Tels de véritables « parents de thèse », vous m'avez accompagné dans ce processus stimulant qu'est la thèse et je suis heureuse de savoir que nous allons poursuivre cette belle collaboration, puisque l'aventure continue pour moi au LIMSI!

Aussi, mes remerciements vont à mon jury de thèse. Je remercie mes deux rapporteur(e)s de thèse, Béatrice Cahour et Manuel Zacklad, pour leurs retours constructifs sur mon travail. Je vous suis reconnaissante d'avoir partagé avec moi votre vision et vos convictions qui contribuent à éclairer ma propre lanterne. Je remercie également mes deux examinateur/trice, Stéphanie Buisine et Michel-Ange Amorim pour l'intérêt qu'ils portent à mon travail. Je remercie chaleureusement Pascal Arbault et Yannick Gerard, pour m'avoir offert l'opportunité de réaliser cette thèse, pour avoir su me faire pleinement confiance et pour valoriser mon travail de recherche au sein de la société DAVI. J'ai hâte de poursuivre notre collaboration et de mener ensemble de nouveaux projets innovants. Mes remerciements s'adressent également à toute la team DAVI, et plus particulièrement à Aymeric et Raphaël qui ont largement contribué au bon dérou-

lement de mes expérimentations. Aussi, merci à l'Agence de Développement Touristique de la Nièvre et à toute l'équipe de l'office du tourisme de Nevers pour m'avoir accueilli chez eux et m'avoir aidé dans mes recherches.

Une thèse c'est aussi une équipe de doctorants, de post-doctorants et de chercheurs sur qui compter et avec qui les poses café (et le chocolat chaud) ont un meilleur goût ! J'aimerais tout particulièrement remercier Alya, Lydou et JB qui ont su m'accueillir et me guider à mes débuts, et sans qui rien n'aurait été pareil ! Bien évidemment, mes remerciements vont à mes « co-mates » du bureau 204 – le meilleur de tous les bureaux – Léo, Brian et plus fraîchement arrivée, Jennifer. Je remercie tous les anciens, Tom, Matthieu, David T., Yujiro, et tous les doctorants actuels, David R., Amine, Morghane, Sylvain, Florian, Jeremy, Antoine, Valentin, en espérant n'oublier personne. Je remercie tous les membres de l'équipe CPU et plus globalement toutes les personnes que j'ai eu la chance de côtoyer de près ou de loin au LIMSI et qui ont rendu ma vie au laboratoire agréable et formatrice. Sans oublier Nada, et tous les litres de café ni trop chaud, ni trop froid (elle seule connaît le dosage parfait !) qu'il m'aura fallu pour venir à bout de cette thèse !

Cette expérience n'aurait jamais eu la même saveur sans ma famille et mes amis proches. Je remercie en particulier mon père de m'avoir soutenu jusqu'à aujourd'hui. Je remercie aussi Frip, Clem, Marionette et Fred de m'avoir montré la voie, et tous mes amis qui m'entourent ! Un petit clin d'oeil également à toute la team Fight Industrie pour m'avoir offert un exutoire indispensable pour vivre sereinement l'aventure de la thèse, et qui par la même occasion, a clairement contribué à ma réputation de bagarreuse (ou plutôt de bagarrée ...) au LIMSI !

Enfin, et non des moindres, je remercie de tout mon coeur Thomas, pour ses encouragements dans les moments plus difficiles, pour sa présence et son soutien inconditionnel. Merci d'être qui tu es, tout simplement. Sans cette thèse, nos chemins ne se seraient probablement jamais croisés et je n'aurai pas la chance de t'avoir à mes côtés, alors merci ma thèse !

Table des matières

1	Introduction	1
1.1	Contexte général	1
1.2	Organisation du manuscrit	8
I	État de l’art	11
2	L’être humain, un animal social	13
2.1	L’intimité dans les relations interpersonnelles	16
2.1.1	Qu’est-ce que l’intimité?	16
2.1.2	Processus de l’intimité	27
2.1.3	Psychométrie de l’intimité	37
2.1.4	Conclusion	41
2.2	Intimité et relation-client	42
2.2.1	Conclusion.	45
2.3	L’intimité médiée par ordinateur	46
2.3.1	Conclusion	50
3	L’agent virtuel : un acteur de l’interaction	53
3.1	Présence sociale dans les Interactions Humain-Machine (IHM) .	56
3.1.1	Qu’est-ce que la présence sociale?	56
3.1.2	Théorie de la réponse sociale	58
3.1.3	Effets de la présence sociale	60

3.1.4	Psychométrie de la présence sociale	62
3.1.5	Antécédents de la présence sociale	63
3.1.6	Conclusion	64
3.2	Mécanismes de la perception sociale en IHM	66
3.2.1	Réactions socioémotionnelles	67
3.2.2	Attention et apprentissage	71
3.2.3	Modalités de communication	73
3.2.4	Conclusion	76
3.3	Les agents virtuels sociaux	77
3.3.1	Agents virtuels intimes	78
3.3.2	Agents virtuels aux nombreuses compétences	82
3.3.3	Conclusion	86
4	Interactions humain-agent : une relation d’avenir ?	89
4.1	Adoption des technologies : utilisabilité et acceptabilité	91
4.1.1	Utilisabilité des systèmes	91
4.1.2	Acceptabilité des systèmes	94
4.1.3	Intimité et adoption de la technologie	98
4.1.4	Conclusion	100
4.2	L’expérience utilisateur (UX)	102
4.2.1	Définitions et modèles	103
4.2.2	Psychométrie de l’UX	111
4.2.3	Conclusion	113
4.3	La place des émotions dans le modèle CUE	114
4.3.1	« Théories de l’appraisal » des émotions	115
4.3.2	De l’interaction à l’émotion	117
4.3.3	Conclusion	119
4.4	Expérience utilisateur avec un agent virtuel	120
4.4.1	Conclusion	127

5	Problématique de recherche	131
II	Contributions scientifiques	137
6	Un modèle d'intimité virtuelle dédié aux agents virtuels	139
6.1	Un modèle théorique d'intimité virtuelle	142
6.1.1	Honnêteté et authenticité	144
6.1.2	Positivité	146
6.1.3	Compréhension mutuelle	149
6.1.4	Antécédents et régulation	152
6.1.5	Conclusion	155
6.2	Une échelle de mesure de l'intimité virtuelle (VIS)	156
6.2.1	Construction des items	157
6.2.2	Fiabilité et contrôle	160
6.2.3	Analyse factorielle à posteriori	161
6.2.4	Conclusion	165
7	Une approche perceptive de l'intimité virtuelle	167
7.1	ÉTUDE 1. Quelle influence du niveau d'expression de l'agent et des modalités d'interaction?	169
7.1.1	Problématique	173
7.1.2	Matériel et méthode	174
7.1.3	Résultats	195
7.1.4	Discussion de l'étude	207
7.2	ÉTUDE 2. Quelle différence entre humain et agent?	222
7.2.1	Problématique	226
7.2.2	Matériel et méthode	227
7.2.3	Résultats	236
7.2.4	Discussion de l'étude	245

8	Une approche interactive et écologique de l'intimité virtuelle	254
8.1	Conception d'un agent virtuel autonome	257
8.1.1	Aptitudes conversationnelles	258
8.1.2	Animation	263
8.1.3	Conclusion	273
8.2	ÉTUDE 3. Utilisateurs : Quelle expérience d'interaction avec un agent intime ?	274
8.2.1	Problématique	278
8.2.2	Matériel et méthode	279
8.2.3	Résultats	292
8.2.4	Discussion de l'étude	304
8.3	Étude 4. Temporalité de l'intimité dans la relation humain-agent	322
8.3.1	Problématique	326
8.3.2	Matériel et méthode	327
III	Discussion Générale	346
9	Retours sur les contributions scientifiques de la thèse	348
9.1	Intimité virtuelle dans les interactions humain-agent	350
9.1.1	Un modèle d'intimité virtuelle approprié aux ACAs	350
9.1.2	Un modèle d'intimité virtuelle complexe	353
9.1.3	L'importance d'une approche située	362
9.1.4	Conclusion	368
9.2	Intimité et présence sociale	370
9.2.1	Perception de présence sociale	370
9.2.2	Réponse sociale des utilisateurs	371
9.2.3	Rôle de la présence sociale	373
9.3	Un modèle d'UX pour les ACAs	376
9.3.1	Perception de l'expérience utilisateur	376

TABLE DES MATIÈRES

9.3.2	Une place centrale pour les émotions	378
10	Perspectives et conclusion	384
10.1	Perspectives	384
10.1.1	Validation de l'échelle de mesure VIS	384
10.1.2	Vers un modèle d'intimité virtuelle adaptatif	388
10.1.3	Vers un modèle d'UX humain-agent	394
Annexes		398
A	Matériel expérimental et outils psychométriques	400
B	Construction de l'agent autonome	408
C	Analyses complémentaires	411

Table des figures

2.1	Cadre théorique du modèle d'activation de l'intimité interpersonnelle d'après (Patterson, 1976)	19
2.2	Cadre théorique du modèle séquentiel-fonctionnel de l'intimité interpersonnelle d'après (Patterson, 1982))	21
2.3	Cadre théorique du modèle d'intimité interpersonnelle à plusieurs niveaux, d'après Prager (1995).	22
2.4	Cadre théorique du modèle transactionnel de l'intimité interpersonnelle d'après Reis et Shaver (1988).	23
2.5	Proposition d'un modèle de la satisfaction client pour la relation virtuelle de service, selon Liang <i>et al.</i> (2009b)	43
3.1	Cadre théorique de la Vallée de l'étrange d'après Mori (1970) .	69
4.1	Cadre théorique du modèle d'utilisabilité de la norme ISO 9126 (1991) et ISO 9241-11 (1998).	92
4.2	Cadre théorique du modèle d'acceptabilité de Nielsen (1994) .	94
4.3	Cadre théorique du modèle d'acceptabilité TAM de Davis (1989)	95
4.4	Cadre théorique du modèle d'acceptabilité UTAUT de Venkatesh et. al (2003)	96
4.5	Cadre théorique d'une version étendue du modèle ECM, d'après Zhang et Li (2005) dans lequel les indices correspondent aux coefficients standardisés rapportant un effet de médiation. . . .	99

4.6	Cadre théorique du modèle de Design émotionnel de Norman (2004)	105
4.7	Cadre théorique du modèle d'expérience utilisateur selon Hassenzahl (2003)	106
4.8	Cadre théorique du modèle des Composantes de l'Expérience Utilisateur (CUE) d'après Mahlke (2007)	109
4.9	Cadre théorique du modèle des processus composants de l'émotion d'après Sander, Grandjean et Scherer (2005)	116
4.10	Cadre théorique du modèle d'expérience utilisateur pour les nouveaux sites web d'après Aranyi et Van Schaik (2015).	118
4.11	Proposition d'un modèle de la satisfaction et de l'intention d'usage d'un dispositif de recommandations vidéo selon Lee et Choi (2017) dans lequel les indices correspondent aux coefficients standardisés traduisant un effet de médiation.	123
4.12	Proposition d'un modèle de la satisfaction client pour la relation virtuelle de service, selon Verhagen <i>et al.</i> (2014)	124
4.13	Proposition d'un modèle de la satisfaction et de l'intention d'usage des utilisateurs, selon Mimoun et Poncin (2015)	126
5.1	Schéma d'illustration de notre problématique de recherche	132
6.1	Proposition d'un modèle théorique d'intimité virtuelle dédié aux interactions humain-ACA.	143
6.2	Détermination des composantes principales de l'échelle par la méthode des valeurs propres	162
7.1	Dispositif commercialisé d'accueil, de conseil et de recommandation touristique, incarné par Léa la conseillère touristique virtuelle.	175
7.2	Design expérimental de l'étude 1.	177
7.3	Illustration des expressions faciales de la conseillère virtuelle dans l'étude 1.	180

TABLE DES FIGURES

7.4	Illustration des gestuelles de la conseillère dans l'étude 1.	182
7.5	Illustration d'une interaction entre la conseillère virtuelle et la touriste humaine, issue du corpus de vidéos. Dans cette exemple, l'agent virtuel n'exprime pas de comportements intimes, dispose d'une communication verbale mixte (orale et textuelle) et d'une communication non-verbale (animation).	186
7.6	Analyse descriptive de la perception d'intimité : report de la valeur moyenne (M) et de l'écart-type (SD) pour chacune des 36 conditions expérimentales.	196
7.7	Perception de l'intimité virtuelle en fonction de l'expression d'intimité (intime, non-intime) de la conseillère touristique virtuelle.	198
7.8	Perception post-standardisation des facteurs F1 Honnêteté et authenticité, F2 Positivité et F3 Compréhension mutuelle en fonction de la condition d'Expression d'intimité (intime, non-intime) de la conseillère touristique virtuelle.	199
7.9	Perception de l'intimité virtuelle en fonction de la Longueur du scénario (court, intermédiaire, long), chez la conseillère intime.	200
7.10	Perception de l'intimité virtuelle en fonction de la Communication non-verbale (animé, non animé) et de Modalité de communication verbale (orale, textuelle, mixte), chez la conseillère intime.	203
7.11	Perception de l'intimité virtuelle en fonction du taux d'erreurs des participants à la tâche de reconnaissance des informations non-verbales.	205
7.12	Design expérimental de l'étude 2.	228

7.13	Illustration de scènes d’interaction entre la conseillère touristique et la touriste issues respectivement du corpus de vidéos comprenant la conseillère virtuelle (gauche) et la conseillère humaine (droite). Dans cet exemple, les deux vidéos sont présentées dans la condition intime et les deux conseillères expriment des indices verbaux et non-verbaux d’intimité.	230
7.14	Perception d’intimité virtuelle en fonction respectivement de l’Expression d’intimité (gauche) et de la Nature (droite) de la conseillère.	238
7.15	Effet d’interaction de l’expression d’intimité et de la nature de la conseillère sur la perception d’intimité virtuelle.	241
7.16	Effet principal de la Longueur de l’interaction sur la perception d’intimité virtuelle (gauche) dans les deux conditions d’Expression d’intimité (droite)	242
7.17	Effet prédicteur du taux d’erreurs dans la tâche de reconnaissance des informations non-verbales sur la perception d’intimité virtuelle, en fonction de la nature virtuelle (gauche) ou humaine (droite) de la conseillère.	244
8.1	Fonctionnement général du système de dialogue $\text{\textcircled{R}}$ RETORIK assurant à l’agent virtuel une gestion de la conversation sous forme de questions/réponses en langage naturel.	259
8.2	Structure d’entretien semi-dirigé pour la représentation du métier et des pratiques professionnelles.	263
8.3	Description de la structure d’un concept dans le dictionnaire de conversion XML	266
8.4	Description de la structure du paramètre Expression faciale. . .	266
8.5	Description de la structure du paramètre Posture de tête. . . .	268
8.6	Description de la structure du paramètre Mouvement de tête. .	268
8.7	Description de la structure du paramètre Orientation du regard.	269

8.8	Cadre théorique du modèle des Composantes de l'Expérience Utilisateur (CUE) d'après Mahlke (2007)	277
8.9	La borne interactive déployant la conseillère touristique virtuelle.	279
8.10	Exemples de comportements non-verbaux exprimés par l'agent.	284
8.11	Exemples d'expressions faciales exprimées par l'agent.	285
8.12	Perception de l'intimité virtuelle et de ses facteurs constitutifs en fonction de l'expression d'intimité (intime, non intime) de la conseillère virtuelle.	295
8.13	Prédiction de la présence sociale (gauche), de l'expérience utilisateur (centre) et du module 2 Émotions (droite) par l'intimité virtuelle perçue.	297
8.14	Coefficients régresseurs standardisés pour la relation entre la perception d'intimité virtuelle et le module 2 Émotions, médiée par la perception des qualités instrumentales et non instrumentales du produit. ** : $p(\text{coefficient}) < .05$	303
8.15	Cadre théorique du modèle d'expérience utilisateur pour les nouveaux sites web d'après Aranyi et Van Schaik (2015).	313
8.16	Proposition d'une version adaptée aux ACAs du modèle CUE de Mahlke et Thüring (2007).	315
8.17	Parcours du jeu sérieux expérimental grandeur nature, au coeur de la ville de Nevers.	328
8.18	Structure en 5 étapes du scénario du jeu sérieux expérimental.	330
9.1	Proposition d'une version adaptée aux ACAs du modèle CUE de Mahlke et Thüring (2007).	379
10.1	Architecture globale du module Teatime de Yacoubi (2019) intégré dans le système $\text{\textcircled{R}}$ RETORIK by DAVI.	392
A.1	Représentation des 36 conditions expérimentales présentées dans l'expérimentation 1.	401

A.2	Illustration d'une vidéo d'interaction humain-agent disponible dans le questionnaire de l'étude 1 et l'étude 2.	402
A.3	Échelle de mesure VIS administrée à la 1ière personne dans le questionnaire de l'étude 3.	403
A.4	Tâche de reconnaissance des informations verbales et non-verbales administrée dans le questionnaire de l'étude 1 et de l'étude 2.	404
A.5	Échelle de mesure de la présence sociale traduite de Biocca <i>et al.</i> (2003) administrée dans le questionnaire de l'étude 3.	405
A.6	Échelle de mesure de l'expérience utilisateur MeCUE selon Lallemand et Koenig (2017) administrée dans le questionnaire de l'étude 3.	406
A.7	Échelle proposée pour la mesure de la qualité de la relation. . .	407
B.1	Méthodologie de conception de la sphère de connaissances pour les agents virtuels DAVI.	410
C.1	Matrice de corrélation des 15 items composant l'échelle de mesure VIS. Les coefficients de corrélation sont exprimés selon le coefficient r de Pearson. La significativité de la corrélation est exprimée selon un valeur de p : *** < 0.001 ; ** < 0.01 ; * < 0.05	412

Liste des tableaux

6.1	Proposition d'une échelle de mesure de l'intimité virtuelle (VIS)	159
6.2	Table de corrélations des composantes principales	162
6.3	Tableau de saturation des items	164
7.1	Statistiques descriptives de la perception d'intimité virtuelle . .	237
8.1	Analyse descriptive de la perception de l'intimité virtuelle, de la présence sociale et de l'expérience utilisateur.	294
8.2	Effet direct (A), indirect médié par présence sociale (B) et total (C) de la perception d'intimité virtuelle sur l'expérience utilisateur.	299
8.3	Effet direct (A), indirect médié par les perceptions du produit (B) et total (C) de la perception d'intimité virtuelle sur les émotions des utilisateurs.	299
8.4	Effet direct (A), indirect médié par les perceptions des qualités instrumentales et non instrumentales (B) et total (C) de la perception d'intimité virtuelle sur les émotions des utilisateurs.	301
B.1	Dictionnaire de conversion des concepts déclencheurs d'intimité implémenté pour l'étude 3 et l'étude 4.	408
B.2	Dictionnaire de conversion des concepts déclencheurs d'intimité implémenté pour l'étude 3 et l'étude 4 (suite)	409

Chapitre 1

Introduction

1.1 Contexte général

Hier, fantômes des films et séries de science-fiction, les agents conversationnels animés (ACAs) s’insèrent aujourd’hui dans nos sociétés et métamorphosent progressivement nos habitudes d’usage. Ces systèmes dont l’apparence et les comportements ressemblent aux nôtres, ont tout pour nous séduire ! Ils comprennent notre langue et sont capables de répondre à nos requêtes. Ils sont parfois en charge de tâches opérationnelles et peuvent par exemple nous réorienter vers un service spécifique, prendre notre commande ou nous proposer une assistance. Les ACAs représentent pour le secteur industriel une formidable solution numérique permettant d’assurer une continuité de la relation-client, partout et à tout instant. Les ACAs contribuent ainsi à ce que les entreprises conservent un lien privilégié avec leurs clients et leurs utilisateurs.

Toutefois, malgré des performances de compréhension et d’exécution parfois remarquables, les ACAs peinent encore à satisfaire les utilisateurs, qui, s’ils ne refusent pas catégoriquement de les utiliser, s’en plaignent rapidement et les abandonnent tout aussi vite (Luger et Sellen, 2016; Mimoun *et al.*, 2012). En outre, nous leurs reprochons souvent de n’être que des machines auxquelles il manque « ce petit quelque chose »...

Parlons-en, de ce petit quelque chose qui manque tant aux agents virtuels. Les récentes avancées dans le domaine des Interactions Humain-Machine (IHM) semblent désigner l'absence ou le manque de compétences sociales et émotionnelles des ACAs comme un facteur déterminant pour la qualité de l'interaction et la satisfaction des utilisateurs (Verhagen *et al.*, 2014). En effet, la plupart des agents virtuels disponibles dans le commerce disposent de compétences liées à la tâche pour laquelle ils ont été développés, mais ne disposent pas (ou peu) de compétences socioémotionnelles (*i.e* capacité à exprimer, ressentir et contrôler sa fonction émotionnelle et sociale dans le but d'interagir avec autrui pour répondre à un besoin d'ordre social (Riggio, 1986)), pourtant nécessaires pour répondre à notre besoin social et nous assurer une interaction naturelle et satisfaisante (Beale et Creed, 2009).

Ainsi, mon travail de recherche s'inscrit dans un contexte industriel et porté par un acteur du secteur privé, la société DAVI-Les humaniseurs, il cible tout particulièrement la problématique d'adoption des ACAs destinés au grand public. Éditeur de logiciels et présent dans le paysage industriel français depuis l'an 2000, l'entreprise DAVI s'est spécialisée en 2010 dans la conception et la commercialisation d'agents virtuels intelligents, ou « smartbots », experts d'un domaine précis (*e.g* aides régionales de financement des entreprises, tourisme autour d'une ville, produits d'assurance etc...). Plus récemment, l'entreprise DAVI a opéré un virage stratégique marqué par une volonté de développer le versant social et émotionnel de ses agents virtuels.

Ce travail de thèse bénéficie d'un cadre applicatif concret : le projet PITACA, mené de concert par la société DAVI et l'Agence de Développement Touristique de la Nièvre, en région Bourgogne-Franche-Comté. Ce projet consiste à équiper une vingtaine d'offices du tourisme avec des bornes interactives conversationnelles, permettant aux visiteurs d'être accompagnés dans leur parcours, pendant et en dehors des heures d'ouverture des offices. L'interface conversationnelle de ces bornes est développée par la société DAVI et présente une

conseillère touristique virtuelle incarnée, qui est capable de comprendre et d'interagir en langage naturel avec les utilisateurs et qui possède une expertise dans le tourisme nivernais. Pour plus de crédibilité, la conseillère touristique virtuelle est animée et exprime des comportements qui se rapprochent des nôtres. En soutien ou en relais du personnel présent à l'office, la conseillère a pour mission d'accueillir les visiteurs, de répondre à leurs questions (*e.g.* activités et événements culturels, hébergements, restauration, informations pratiques, contacts) et d'accompagner leur navigation sur la borne (*e.g.* aide au choix, FAQ).

A travers cette thèse, la société DAVI souhaite capitaliser sur les dernières avancées en IHM pour mieux comprendre comment s'établissent les relations entre humains et agents virtuels et pour identifier les déterminants d'une expérience utilisateur satisfaisante avec un ACA. L'objectif à plus long terme est d'orienter la conception des agents virtuels de telle sorte qu'ils répondent aux attentes des utilisateurs et qu'ils soient adoptés par le grand public.

Pour approcher cette problématique d'adoption des ACAs, nous proposons dans cette thèse de nous appuyer sur des recherches issues de 3 champs disciplinaires : la psychologie sociale, l'ergonomie et l'informatique affective.

L'informatique affective a pour objet principal l'étude et le développement de systèmes capables de retranscrire les émotions et les processus affectifs humains (Picard, 1999). Elle est donc particulièrement liée aux domaines de la psychologie et des sciences cognitives qui étudient ces processus et qui apportent un éclairage sur les mécanismes socioémotionnels mis en jeu dans les relations interpersonnelles. En mimant l'expression d'émotions et d'attitudes sociales, les ACAs sont désormais considérés comme des acteurs sociaux et plus important encore, comme de potentiels partenaires d'interaction avec lesquels nous pourrions construire une relation (Beale et Creed, 2009; Gunkel, 2012). En parallèle, la problématique d'adoption des ACAs peut être appréhendée par le prisme de l'ergonomie. En outre, l'ergonomie s'intéresse aux IHMs avec pour motivation de comprendre et de prédire les comportements d'usage d'un

individu à l'égard d'un système, d'un produit ou d'un service en explorant l'expérience vécue par l'utilisateur (UX). L'expérience de l'utilisateur se rapporte alors à l'ensemble des perceptions, des ressentis, des émotions et des comportements provoqués par l'usage (avant, pendant ou après) de la technologie.

En abordant l'IHM à travers ces 3 disciplines de recherche, nous souhaitons étudier comment le développement de compétences sociales chez les ACAs peut contribuer à répondre à la problématique d'adoption de ces systèmes en améliorant l'expérience des utilisateurs et la construction de la relation humain-agent.

Dans une perspective de développement des compétences sociales chez les ACAs, la littérature en psychologie des relations interpersonnelles m'a guidé jusqu'au concept d'intimité. L'intimité apparaît dans la littérature comme un processus central dans les relations humaines et comme une expérience indispensable pour le bien-être émotionnel et social des individus (Prager, 1995; Reis *et al.*, 1988; Miller, 2015). L'intimité a également la caractéristique d'être un processus plastique qui ne se cantonne pas aux relations amoureuses et qui s'exprime dans des relations de nature variée, quelles que soient les modalités de communication : l'intimité est retenue comme une compétence sociale à privilégier chez les ACAs pour son importance dans les relations de service (Stern, 1997) et parce qu'elle s'affranchit des contraintes de la communication médiée par ordinateur (Walther, 1996).

Le premier enjeu de ce travail de thèse est de proposer, sur la base des différents modèles d'intimité interpersonnelle (Reis *et al.*, 1988; Prager, 1995), un modèle unifié d'intimité virtuelle qui soit dédié aux interactions humain-agent. Nous proposons ainsi un modèle tridimensionnel de l'intimité virtuelle ainsi qu'une échelle de mesure associée, tous deux structurés autour de l'expression et de la perception (1) d'honnêteté et d'authenticité, (2) de positivité et (3) de compréhension mutuelle. L'opérationnalisation de ce modèle théorique chez un ACA nous a permis d'explorer la perception d'intimité virtuelle et les proces-

sus cognitifs impliqués dans les interactions humain-agent. Ce travail de thèse suggère que notre modèle théorique est valide puisque l'expression de comportements intimes dans la communication verbale et nonverbale de l'agent augmente la perception d'intimité virtuelle chez les participants. Nos travaux mettent également en évidence un ensemble de facteurs de régulation de l'intimité virtuelle dans les interactions humain-agent et suggèrent, en outre, que les représentations mentales des individus interviennent dans le processus de perception de l'intimité chez un ACA.

Le second enjeu de ce travail de thèse consiste à mettre à l'épreuve notre modèle d'intimité virtuelle en situation réelle d'interaction, en interrogeant les perceptions de vrais utilisateurs sur le terrain. Ainsi, il s'agit de déterminer dans quelle mesure l'intimité virtuelle véhiculée par l'ACA au cours de l'interaction impacte l'expérience utilisateur et contribue à répondre à la problématique d'adoption des ACAs grand public. A mon sens, notre approche se distingue de la plupart des travaux de la littérature en IHM par son ancrage théorique en psychologie sociale et en psychologie ergonomique : nous sommes convaincus que pour répondre à notre problématique, les interactions humain-agent doivent être explorées à travers les yeux de l'utilisateur, en interrogeant l'ensemble de ses perceptions, de ses ressentis, de ses émotions et de ses comportements, en situation réelle et motivée d'interaction avec l'ACA.

Pour répondre à cet enjeu, nous avons alors développé un ACA, une conseillère touristique virtuelle autonome, qui est capable de supporter une interaction professionnelle avec un visiteur et qui fait preuve de compétences sociales en exprimant des comportements verbaux et non-verbaux intimes. En nous appuyant sur le modèle conceptuel CUE (Mahlke et Thüring, 2007), nous explorons dans cette thèse l'expérience des utilisateurs en situation réelle d'interaction avec notre ACA intime. Cette approche interactive nous confronte à la réalité du terrain et rapporte la difficulté de concevoir un ACA dont les compétences sociales influencent significativement les perceptions et l'expérience des

utilisateurs finaux. Notre travail de thèse est toutefois encourageant puisqu'il identifie clairement la perception d'intimité virtuelle comme un déterminant de l'UX et notamment comme une source directe d'émotions chez les utilisateurs. Nos travaux sont parmi les premiers dans la littérature en ergonomie des IHM à proposer que la dimension sociale de l'interaction humain-machine (ici, la perception d'intimité virtuelle) puisse être une source directe d'émotions chez les utilisateurs, au même titre que la perception des qualités instrumentales et non instrumentales du système.

Finalement, pour apporter une réponse (partielle!) à la problématique générale soulevée par cette thèse : la perception d'intimité virtuelle dans une interaction avec un ACA professionnel exprimant des comportements intimes pourrait constituer un levier favorable pour l'expérience utilisateur et ainsi contribuer à la construction de la relation-client et l'adoption de cette technologie.

Par conséquent, ce travail de thèse apporte des contributions scientifiques tout autant pluridisciplinaires que son ancrage : en psychologie tout d'abord, puisqu'il offre une meilleure compréhension des perceptions, des ressentis, des comportements des individus et les mécanismes socioperceptifs qui les supportent dans les interactions humain-agent ; il contribue à une meilleure définition des contours du processus d'intimité et sa transférabilité dans les interactions humain-agent.

En informatique affective également, puisque ce travail propose un modèle théorique d'intimité virtuelle et une démonstration de son opérationnalisation dans un ACA autonome capable d'assurer une fonction professionnelle.

Enfin, ce travail de thèse apporte une contribution en ergonomie des IHMs en proposant une vision étendue aux interactions humain-agent du modèle CUE (Mahlke et Thüring, 2007) dans lequel les caractéristiques socioémotionnelles de l'interaction humain-agent sont une source directe d'émotions chez les utilisateurs. Au même titre que les perceptions des qualités instrumentales et non

instrumentales du système, les réactions émotionnelles font partie intégrante de l'UX.

En complément des contributions scientifiques, ce travail de thèse représente également une contribution industrielle pour l'entreprise DAVI. Il apporte un modèle d'intimité virtuelle généralisable et directement opérationnalisé dans un smartbot DAVI. D'autre part, nos recherches ont généré la conception d'un moteur d'animation automatisé permettant à un agent virtuel DAVI d'exprimer en temps réel et de manière synchronisée et autonome, des comportements verbaux et non-verbaux intimes. Ce moteur d'animation permet de développer les compétences sociales de l'ensemble des agents DAVI et suit actuellement un processus d'industrialisation.

1.2 Organisation du manuscrit

Le manuscrit de thèse est organisé comme suit :

La première partie est dédiée à l'état de l'art qui porte sur les recherches en psychologie sociale, en informatique affective et en ergonomie des IHMs, nous ayant permis de répondre à notre problématique de thèse. L'ensemble des concepts et notions indispensables à la compréhension de notre cheminement de recherche y sont exposés.

La deuxième partie de la thèse est consacrée à notre contribution scientifique. Tout d'abord, nous présentons notre proposition de modèle d'intimité virtuelle dédié aux interactions humain-agent. En nous appuyant sur ce modèle et son échelle de mesure, nous présentons successivement une exploration de l'intimité virtuelle chez les ACAs avec une approche perceptive puis une approche interactive. D'une part, nous proposons deux études perceptives permettant d'évaluer la validité de notre modèle théorique et la capacité des individus à percevoir de l'intimité véhiculée dans les comportements d'un ACA. D'autre part, nous décrivons la conception d'un ACA social autonome et nous présentons deux études interactives (dont une n'ayant pas été menée à son terme en raison de la situation sanitaire en lien avec la pandémie de Covid-19) dans lesquelles nous interrogeons l'expérience des utilisateurs en interaction avec notre ACA intime sur le terrain.

La troisième partie de la thèse discute des résultats de nos études et propose de nouvelles perspectives de recherches académiques et industrielles.

Première partie

État de l'art

Chapitre 2

L'être humain, un animal social

L'espèce humaine est caractérisée par une fonction sociale prédominante dont les bases biologiques sont communes à d'autres espèces et s'inscrivent dans un continuum évolutionniste (Hinde, 1974). A l'instar des grands primates (De Waal, 2008), nous sommes dotés de comportements sociaux hautement sophistiqués qui nous permettent de vivre en groupes sociaux et que nous développons dès le plus jeune âge. Notre besoin d'appartenance et d'interactions sociales est tel qu'il apparaît comme l'un des fondements de notre bien-être (Maslow, 1943). La dimension sociale inhérente à notre espèce nous permet de construire et d'évoluer dans des organisations sociales complexes, dont les bénéfices s'observent autant sur le plan collectif que sur le plan individuel.

Notre fonction sociale s'illustre notamment par notre capacité à interagir avec d'autres individus, de manière efficace et dans le but de répondre à une problématique ou un besoin d'ordre social. Développées à partir de nos expériences, nos *compétences sociales* se manifestent par un ensemble de stratégies comportementales, sous tendues par des mécanismes psychologiques en lien avec nos émotions, nos intentions, nos désirs et nos besoins. Les différentes définitions des compétences sociales s'accordent sur la notion primaire « d'échange d'informations », certaines proposent une dichotomie relative aux

capacités d'envoi et de réception du message, alors que d'autres définitions distinguent les compétences sociales personnelles des compétences interpersonnelles. De manière plus générique, Riggio (1986) considère que les compétences sociales sont un concept multidimensionnels pouvant faire appel à l'expressivité, la sensibilité et le contrôle émotionnel, à l'expressivité, la sensibilité et le contrôle social, ainsi qu'à la manipulation sociale. Parmi les compétences complexes les plus étudiées dans la littérature en psychologie sociale, nous pouvons certainement citer *l'empathie* (Decety et Jackson, 2004), *le rapport* (Tickle-DeGnen et Rosenthal, 1990) ou *l'intimité* (Morton, 1978).

Le concept d'intimité, associé aux interactions et relations proches et personnelles d'après le sens commun du terme, est souvent considéré comme « étant au coeur de nos échanges les plus gratifiants et les plus satisfaisants » (Lomanowska et Guitton, 2016). Ainsi, l'intimité a particulièrement été explorée dans le cadre des relations amoureuses, mais toutes les interactions, y compris les relations de services (Yim *et al.*, 2008), peuvent être appréhendées à travers le prisme de l'intimité.

Dans ce travail de recherche, nous avons choisi de nous intéresser spécifiquement à l'intimité comme compétence sociale. Bien que l'intimité est majoritairement étudiée pour son importance dans les relations amoureuses, ici, nous nous extrayons volontairement de ce contexte amoureux pour appréhender l'intimité comme une compétence sociale dont devraient bénéficier les agents virtuels afin de tisser des liens positifs et gratifiants avec les utilisateurs. L'intimité n'est donc pas considérée dans son sens « commun » souvent proche du paroxysme amoureux, mais plutôt telle qu'elle est conceptualisée scientifiquement. Succinctement, nous reconnaissons l'intimité comme un processus de communication émotionnelle entre deux partenaires (Reis *et al.*, 1988) qui permet de créer des interactions honnêtes et authentiques qui s'inscrivent dans un sentiment positif et dans une forme de compréhension mutuelle (Reis *et al.*, 1988; Prager, 1995). L'intimité n'est donc pas l'apanache des relations amou-

reuses et dans ce travail de thèse nous explorons son rôle dans les relations de service-client avec un agent virtuel expert.

Ainsi, l'intimité constitue le fil conducteur de ce chapitre et plus globalement de notre état de l'art. A travers ce chapitre, nous décrivons comment l'intimité se démarque dans la littérature relative aux interactions interpersonnelles et nous proposons une vue d'ensemble des modèles théoriques qui s'y rattachent. En complément, nous proposons un focus particulier sur l'intimité dans le contexte spécifique de la relation-client. Enfin, nous abordons le concept plus récent d'intimité virtuelle, qui opère au travers d'une communication médiée par ordinateur.

2.1 L'intimité dans les relations interpersonnelles

L'intimité est au coeur des relations humaines et suscite depuis des décennies un intérêt certain en psychologie et en psychiatrie. De nombreux chercheurs ont consacré leur travail à définir ce qu'est l'intimité, à décrire l'ensemble des stratégies comportementales qui l'accompagnent et à en étudier les mécanismes socioémotionnels et perceptifs sous-jacents :

2.1.1 Qu'est-ce que l'intimité ?

La plupart d'entre nous sommes constamment à la recherche de relations proches dans lesquelles nous pourrions nous sentir compris pour ce que nous sommes vraiment. En effet, l'être humain est naturellement disposé à entretenir des relations intimes, qui sont connues pour être sources de nombreux bienfaits et apporter des bénéfices à la fois personnels et sociaux. Une revue exhaustive des avantages sur la vie sociale et sur la santé mentale des relations intimes est disponible dans Prager (1995). En outre, en offrant un environnement émotionnel rassurant et confortable, l'intimité permet de réduire considérablement le stress et le manque de confiance en soi et diminue la tendance à la dévalorisation des individus. Le sentiment de soutien social que nous procure l'intimité est également une source de bien-être global : entretenir des relations étroites avec d'autres individus répond à nos besoins primaires d'interaction et d'appartenance sociale. C'est d'ailleurs un rempart naturel contre la solitude et la détresse sociale (Reis *et al.*, 1988).

Malgré des décennies d'explorations, l'intimité génère encore aujourd'hui de nombreuses discussions et il n'existe à notre connaissance aucun consensus strict sur sa définition. Alors que dans le sens commun du terme, l'intimité est généralement considérée comme l'archétype des relations proches et personnelles, souvent teintées de romantisme, dans la littérature en psychologie sociale, l'intimité arbore plusieurs visages. D'après Reis *et al.* (1988), l'intimité

fait à la fois référence aux sentiments, aux processus de communication verbale et non-verbale, aux comportements intimes, à l'arrangement dans l'espace des individus, à des traits de personnalité, aux activités sexuelles, et à certains types de relations à long-terme (Reis *et al.*, 1988). Des notions très différentes se cachent ainsi derrière le terme intimité, certaines faisant appel à des aspects plutôt individuels – les traits de caractères – pouvant être assimilés aux théories de la personnalité, et d'autres faisant appel à des processus interpersonnels – communication et comportements – pouvant être plus naturellement assimilés à une compétence sociale.

Une approche phénoménologique proposée par Register et Henley (1992) a mis en évidence l'existence de 7 composantes majeures des expériences intimes, à savoir, la communication non-verbale, la présence, le temps, les frontières, le corps, le destin/surprise et la transformation. Alors que certains concepts sont relativement proches de ceux abordés précédemment (e.g. communication non-verbale, présence, corps), d'autres nous apparaissent plus abstraits. Ainsi, dans cette définition particulière de l'intimité, la notion de *frontière* pourrait faire référence aux limites d'une sphère représentant le monde d'un individu et l'intimité pourrait constituer l'expérience de pénétration de cette sphère personnelle ; franchir cette frontière ou autoriser un individu à entrer dans notre monde, constitue d'après l'auteur une dimension de l'expérience intime. Cette notion de « recouvrement » entre deux individus qui partagent une interaction commune constitue un témoin du degré d'intimité de leur expérience (Aron, 2013). L'approche phénoménologique de Register et Henley (1992) a également mis en lumière la notion de *transformation* du soi, qui s'établit comme une conséquence de l'expérience. Ainsi, les expériences intimes que nous vivons nous marquent et transforment notre façon d'être, de percevoir et d'agir. Au travers de ces composantes de l'intimité telles qu'elles sont définies par cet auteur, nous distinguons deux processus majeurs : un processus interpersonnel qui s'établit entre les individus engagés dans l'interaction, et un processus que

nous pourrions qualifier d'intrapersonnel, dirigé vers le soi, pouvant influencer les interactions futures. Ainsi, nous le verrons tout au long de ce travail de thèse, l'intimité dans les interactions humain-agent a le potentiel d'influencer l'interaction et la relation future, mais également l'expérience individuelle de l'utilisateur.

Décrite comme un concept d'ordre supérieur à plusieurs niveaux (Prager, 1995), l'intimité apparaît dans la littérature comme une entité complexe aux multiples facettes et a conduit tour-à-tour les chercheurs à proposer des modèles conceptuels, pour tenter de définir sa structure, ses composantes et son fonctionnement. Dans ce chapitre, nous nous intéressons particulièrement aux modèles de l'intimité comme un processus interpersonnel, constituant une base réflexive pour notre problématique d'interactions humain-agent virtuel.

Précurseurs dans la théorisation de l'intimité, Argyle et Dean (1965) ont proposé une théorie de « l'équilibre » pour expliquer le phénomène d'intimité au sein des interactions dyadiques. En s'appuyant principalement sur l'orientation du regard, la distance entre les individus et le degré d'intimité des sujets de discussion, cette théorie stipule que les partenaires d'une dyade recherchent activement à atteindre un point d'équilibre constituant un niveau d'intimité confortable pour les deux parties. En cas de déséquilibre, c'est à dire de variation du degré d'intimité par rapport au degré idéal, des mécanismes compensatoires sous-tendus par des forces d'attraction et d'évitement sont engagés pour obtenir un retour à l'équilibre du niveau d'intimité. En d'autres termes, l'expression par un des partenaires d'un comportement influençant le niveau d'intimité global de l'interaction, conduirait nécessairement à un réajustement (de valence opposée) de l'autre partenaire pour revenir à l'équilibre.

Dans une démarche d'extension de la théorie de l'équilibre et afin d'y inclure des mécanismes de réciprocité observés dans les interactions et relations intimes (Morton, 1978), Patterson (1976) a proposé un modèle d'activation (i.e. « arousal ») de l'intimité interpersonnelle présenté dans la figure 2.1, qui inclut

à la fois des mécanismes de compensation lorsqu'un niveau d'activation en faveur d'émotions négatives est détecté et des mécanismes de réciprocité lorsque le niveau d'activité est en faveur d'émotions positives. Développé à l'origine dans le contexte de la relation mère-enfant, ce modèle intègre exclusivement l'expression des comportements non-verbaux de la dyade.

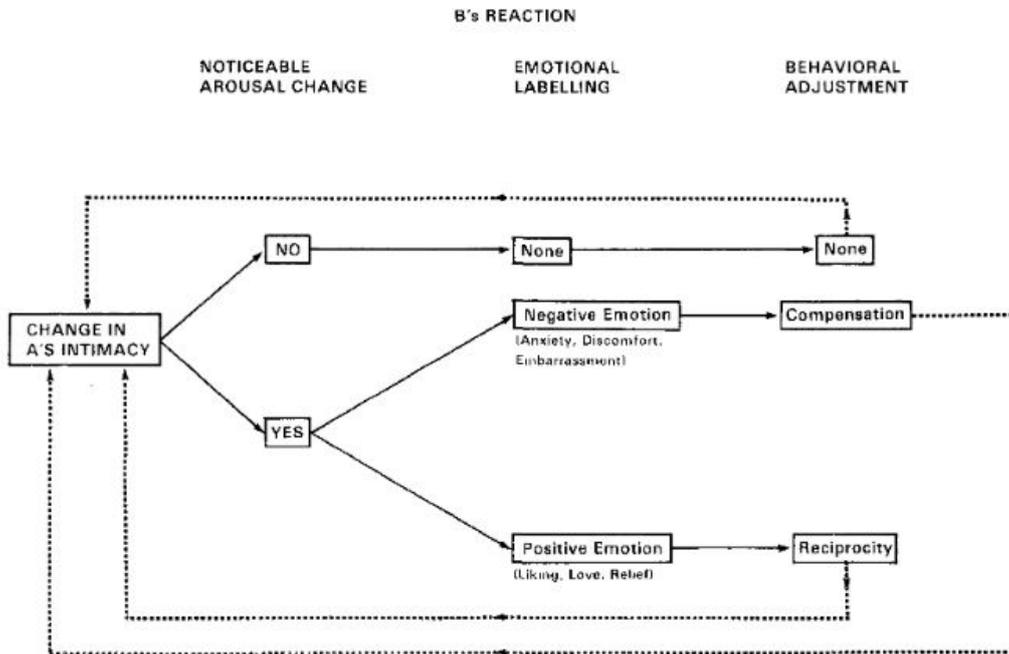


FIGURE 2.1 – Cadre théorique du modèle d'activation de l'intimité interpersonnelle d'après (Patterson, 1976)

Un autre modèle théorique, basé sur les attentes et prédictions d'intimité, a également été présenté à la communauté scientifique. Ce modèle, appelé modèle de « violation de l'espace personnel » (Burgoon et Hale, 1988), considère que chaque individu possède une représentation bien définie du niveau d'intimité acceptable au cours d'une interaction. Ce modèle est exclusivement centré sur la distance interpersonnelle entre les membres de la dyade et considère que le degré d'intimité souhaité par chaque individu est dépendant des normes culturelles, mais également des caractéristiques du partenaire. D'après les auteurs, le fait que le partenaire d'interaction dévie du niveau d'intimité attendu altère-

rait la perception et la qualité de l'interaction. Toutefois, la variation nécessaire entre le niveau d'intimité induit et attendu pour générer des conséquences négatives sur la perception de l'interaction dépend de la manière dont le partenaire est perçu. Notamment, les individus acceptent plus volontiers qu'une personne charmante ou de statut social élevé dévie de la norme, alors qu'une personne moins bien considérée sera perçue positivement seulement si elle conserve une distance attendue. Ce modèle nous interpelle puisqu'il suggère que la régulation de l'intimité dépend des attentes des utilisateurs en termes d'intimité et des perceptions qu'ils en ont : quel niveau d'intimité peut-on alors attendre d'un ACA ?

Patterson (1982) a proposé un modèle « séquentiel-fonctionnel » de l'intimité non-verbale qui s'inspire de plusieurs des modèles présentés précédemment. Ce modèle séquentiel est illustré dans la figure 2.2 et inclut un ensemble d'antécédents (i.e. personnel, d'expériences antérieures, contextuel) qui jouent un rôle médiateur dans les fonctions de perception et d'expression au cours de l'interaction. Dans une revue de la littérature sur les modèles théoriques de l'intimité, Andersen et Andersen (1984) rappellent que ce modèle est particulièrement complexe car il incorpore différentes fonctions du comportement non-verbal et apporte un éclairage nouveau sur les changements et les ajustements comportementaux résultants de l'interaction. Dans la continuité du modèle précédent, le modèle séquentiel-fonctionnel met donc en évidence des facteurs de médiation de l'intimité qui, dans le cadre d'interactions humain-agent, pourraient avoir une influence particulière : quelles sont les antécédents de la relation, les expériences antérieures avec un agent virtuel ? Influencent-elles également le processus d'intimité ?

L'intimité interpersonnelle a également été étudiée par Prager (1995) qui a introduit une dimension temporelle au processus dyadique. L'intimité est considérée par l'auteur comme « l'ensemble des expériences de partage comportemental, physique, cognitif et émotionnel entre deux partenaires d'inter-

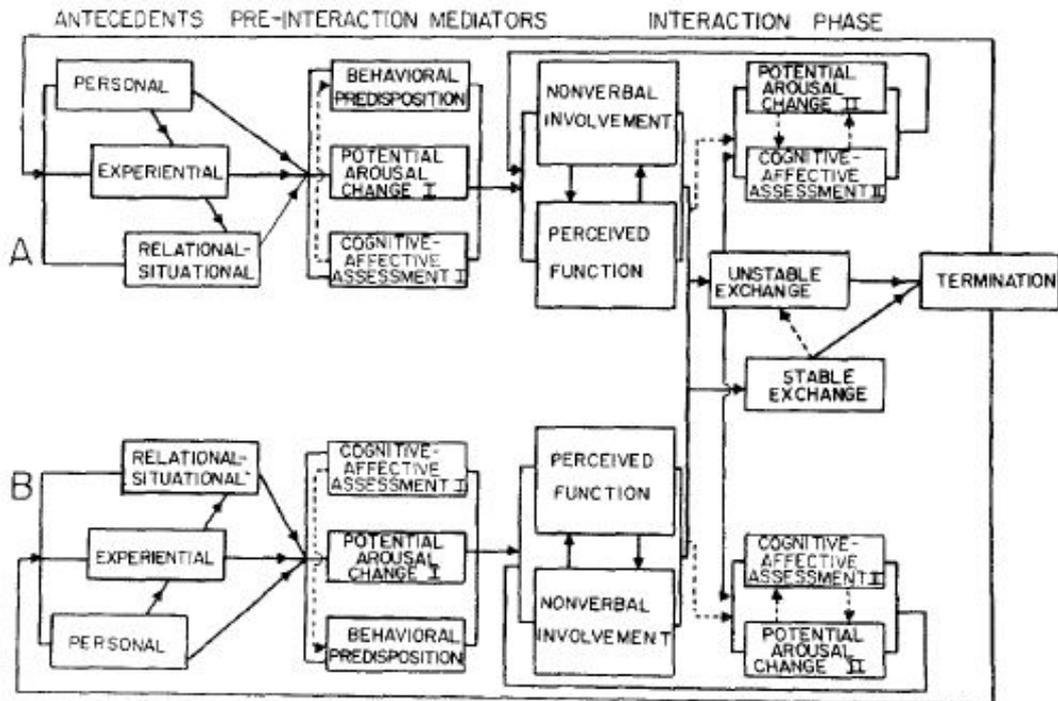


FIGURE 2.2 – Cadre théorique du modèle séquentiel-fonctionnel de l'intimité interpersonnelle d'après (Patterson, 1982))

action ». L'auteur propose un modèle théorique dans lequel les interactions intimes sont distinguées des relations intimes, qui offre une représentation de l'intimité à plusieurs niveaux, illustrée dans la figure 2.3. Dans ce modèle, les interactions intimes sont définies à deux niveaux : (1) les expériences intimes correspondant à la perception d'une forme de compréhension et de ressentis positifs, et (2) les comportements intimes, pouvant s'exprimer verbalement et non-verbalement. Le partage de ce qui est personnel ou privé apparaît en filigrane dans ce modèle. En parallèle, Prager (1995) définit les relations intimes comme un phénomène qui se construit sur la base d'interactions intimes régulières ; l'interaction représente l'unité fondamentale à travers laquelle il est possible d'étudier les relations intimes. D'après l'auteur, toutes les relations intimes ont en commun leur dimension particulière d'affection, de confiance et de cohésion entre les partenaires de la dyade. Il est tout de même à noter que l'expérience d'une interaction intime n'est pas nécessairement gage d'une

2.1. L'INTIMITÉ DANS LES RELATIONS INTERPERSONNELLES

relation intime future et de nombreuses interactions intimes ne se transforment pas par la suite en relations intimes (Hinde, 1981). L'expérience d'une aventure éphémère illustre particulièrement bien ce principe. Dans notre contexte, nous pourrions alors nous demander si l'expérience d'interactions intimes avec un agent virtuel contribue par la suite à la construction d'une relation-client, ou si chacune de ces expériences est intégrée par l'utilisateur de manière indépendante. Les relations intimes sont inhérentes à la volonté des partenaires de poursuivre la relation dans le temps (Schaefer et Olson, 1981) et nous interrogeons la volonté des utilisateurs de s'investir dans une relation de service avec les agents virtuels.

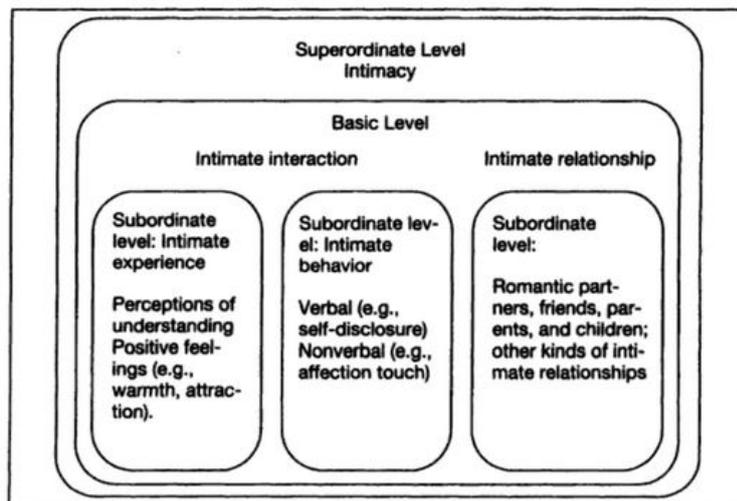


FIGURE 2.3 – Cadre théorique du modèle d'intimité interpersonnelle à plusieurs niveaux, d'après Prager (1995).

Nous terminons cette revue sélective des principaux modèles d'intimité interpersonnelle par celui proposé par Reis *et al.* (1988). Ce modèle est présenté dans la figure 2.4 et décrit l'intimité comme un processus interpersonnel et transactionnel (composé d'opérations) de communication émotionnelle (Reis *et al.*, 1988). Le modèle transactionnel de l'intimité interpersonnelle proposé par Reis et Shaver s'inspire de modèles existants et représente à notre connaissance l'un des modèles d'intimité les plus aboutis et les plus complexes de

la littérature. A l'instar de Prager (1995), ce modèle dessine l'intimité interpersonnelle comme un ensemble d'expériences émotionnelles et de réactions comportementales. En complément, les auteurs représentent dans leur modèle les motivations, les besoins, les buts et les peurs des individus comme des antécédents de leurs expériences et de leurs réactions, mais également comme une conséquence de l'interaction. Dans la même veine que Burgoon et Hale (1988), Reis *et al.* (1988) considèrent que les attentes et les schémas mentaux des individus, basés en outre sur leurs expériences antérieures, influencent profondément le processus interpersonnel : ainsi nous percevons et appréhendons les réponses émotionnelles et comportementales de notre partenaire à travers notre propre filtre d'interprétation. L'intimité dans les interaction humain-agent est-elle également soumise à ces filtres d'interprétation? Comment les attentes et les représentations mentales des utilisateurs à l'égard des agents virtuels influencent-elles les interactions ?

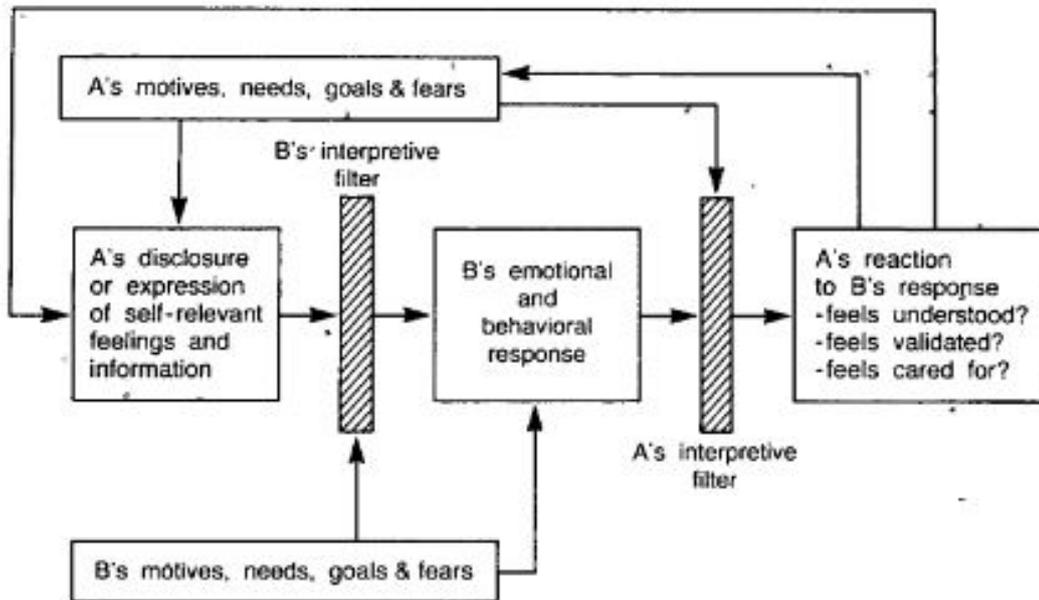


FIGURE 2.4 – Cadre théorique du modèle transactionnel de l'intimité interpersonnelle d'après Reis et Shaver (1988).

Finalement, les modalités des processus composant l'intimité soulignent l'importance d'une part, de l'expression et du partage de ce qui est personnel ou privé et d'autre part, de la sensibilité et de la réactivité du partenaire (i.e. « responsiveness ») : la réciprocité des comportements d'intimité semble donc être un principe majeur des interactions intimes (Morton, 1978; Laurenceau *et al.*, 2005). En s'appuyant sur une analyse conceptuelle de la littérature, Timmerman (1991) définit l'intimité comme « une qualité de relation dans laquelle les individus doivent éprouver un sentiment de confiance et de proximité émotionnelle de manière réciproque avec leur partenaire, et être capable d'exprimer ouvertement leurs ressentis et sentiments » ; la réciprocité est donc également au coeur des relations intimes.

En somme, la littérature offre un panel large de définitions et de modèles théoriques pour décrire le processus d'intimité dans les interactions et les relations. Au sein de ces modèles, l'intimité s'organise en composantes dont le nombre et la nature varient selon les auteurs. A titre d'exemple, Miller (2015) a déterminé que les relations intimes se distinguaient des autres types d'associations d'au moins sept manières différentes portant sur la connaissance, l'interdépendance, le soin, la confiance, la sensibilité, la mutualité et l'engagement entre les deux partenaires. Toutefois, chaque dimension de l'intimité n'est pas absolument nécessaire à son établissement et chacune d'elles peut exister en absence des autres.

De plus, l'intimité s'entend comme un *continuum* dont l'expression est propre à chaque relation et dépend principalement des caractéristiques individuelles et du statut social des individus, ainsi que des contraintes temporelles et de la qualité des interactions passées (Hinde, 1981). La différence entre un couple amoureux et des collègues de bureau permet d'illustrer notre propos : ces deux types de relations se distinguent par leur nature et s'inscrivent dans un registre temporel et spatial distinct qui leur confère un degré d'intimité différent. A des niveaux différents, ces deux relations pourraient tout de même

s'inscrire dans un continuum d'intimité. En effet, Schaefer et Olson (1981) ont déterminé un répertoire de cinq formes d'intimité possédant des mécanismes spécifiques et pouvant se manifester dans des relations de natures différentes. Ils distinguent ainsi l'intimité émotionnelle de l'intimité sociale, intellectuelle, sexuelle ou encore récréative. Par extension, les relations de service avec un agent virtuel sont, dans une moindre mesure, également sources d'intimité.

La représentation de l'intimité sous la forme d'un continuum semble particulièrement approprié aux relations intimes qui, au delà de présenter des niveaux d'intimité différents selon la relation considérée (e.g. relation amoureuse, relation de travail, relation amicale etc...), peuvent également démontrer une forte variation du niveau d'intimité au sein d'une même dyade. Bien que Morton (1978) suggère que la construction d'une relation génère une augmentation globale du niveau d'intimité et une décroissance progressive de la réciprocité dans la communication, certaines relations démontrent des patterns d'évolution de l'intimité différents. Les couples dont le mariage bat de l'aile en sont un bon exemple et illustrent plutôt une baisse de l'intimité malgré la poursuite de la relation. La dynamique de l'intimité dans les relations de service, d'autant plus avec un agent virtuel, nécessite ainsi d'être étudiée pour comprendre comment celle-ci contribue à faire perdurer la relation.

Conclusion. L'intimité ne peut être considérée comme un état : il s'agit fondamentalement d'un processus dynamique complexe et évolutif qui s'établit au cours du temps et des interactions successives (Prager, 1995; Reis *et al.*, 1988) et qui n'est jamais complètement acquis (Schaefer et Olson, 1981). Le processus d'intimité démontre ainsi une plasticité remarquable, tant en termes des dimensions qui la composent qu'en termes d'expression au sein d'une interaction ou d'une dyade. Cette plasticité, qui fait de l'intimité un concept si singulier dans les relations humaines, la rend également plus difficile à appréhender et à évaluer. C'est pour quoi, plusieurs modèles théoriques ont successivement été

proposés dans la littérature pour tenter d'offrir un cadre descriptif au processus d'intimité. Certains de ces modèles théoriques sont encore utilisés aujourd'hui et les chercheurs se les réapproprient en fonction du contexte, de la nature de la relation ou du prisme à travers lequel ils appréhendent le phénomène (*e.g* Reis (2017)). Dans la perspective d'un agent virtuel capable de développer de l'intimité au cours d'une interaction avec un utilisateur, il semble là encore nécessaire de s'approprier les modèles théoriques de l'intimité afin de déterminer quelles composantes permettent d'initier et de renforcer l'intimité dans la relation humain-agent.

Au delà d'en définir les contours, les chercheurs se sont intéressés à la régulation de l'intimité en étudiant les manifestations qui accompagnent les interactions intimes. La prochaine section de ce chapitre porte sur la caractérisation des comportements verbaux et non-verbaux associés à l'intimité ainsi qu'à la perception de l'intimité comme une expérience émotionnelle et sociale.

2.1.2 Processus de l'intimité

Le processus d'intimité fait apparaître deux mécanismes majeurs d'expression et de perception (Prager, 1995). D'une part les individus mettent en place des stratégies comportementales et expriment des comportements intimes ; d'autre part les individus ressentent un ensemble d'affects au cours de l'interaction (Prager, 1995). Ces mécanismes s'insèrent dans des boucles de régulation dynamiques, qui conduisent à ce que les comportements de l'un des membres d'une dyade soient perçus et affectent les ressentis de l'autre membre, exprimant à son tour des comportements de régulation de l'intimité teintés par les émotions que lui procurent l'interaction (Reis *et al.*, 1988).

En nous appuyant sur les différentes descriptions de l'intimité et dans le but de développer un modèle d'intimité adapté aux interactions humain-agent, nous appréhendons les comportements et les expériences intimes dans trois composantes de l'intimité : l'honnêteté et l'authenticité, la positivité et la compréhension mutuelle dans l'interaction.

A) Comportements intimes

De nombreux travaux se sont portés sur la caractérisation des comportements verbaux et non-verbaux permettant d'exprimer de l'intimité au cours d'un échange. Ces comportements sont de forme et de nature variée et se recoupent entre les différentes théories de l'intimité. Argyle et Dean (1965) ont initialement établi leur théorie de l'équilibre en s'appuyant sur un ensemble de comportements vecteurs d'intimité : il ont ainsi proposé que la proximité physique, le contact visuel, le sourire, l'orientation du buste et des sujets de conversation intimes soient autant de comportements témoignant de l'intimité interpersonnelle entre deux individus, même lors d'une première rencontre. Inspiré par les travaux de Mehrabian (1969) sur l'immédiateté, un concept se rapprochant de l'intimité, Patterson (1976) s'est intéressé au toucher comme un comportement non-verbal supplémentaire permettant d'évoquer l'intimité.

Ce même auteur a par la suite proposé une liste plus exhaustive de comportements non verbaux impliqués dans le processus d'intimité interpersonnelle : notamment l'orientation du corps, l'expressivité faciale, la durée et les interruptions de la prise de parole pendant la conversation, l'ouverture posturale, les gestuelles relationnelles, le hochement de tête ainsi que certains aspects paralinguistiques tels que l'intonation, le débit de parole et les pauses (Patterson, 1984).

L'honnêteté et l'authenticité. Reis *et al.* (1988) ont centré leur approche sur la communication émotionnelle et l'expression des sentiments et ressentis, principalement en s'intéressant à la stratégie de « self-disclosure ». Le principe de self-disclosure consiste à révéler une information personnelle ou privée, à livrer une analyse émotionnelle d'un événement, pouvant parfois porter préjudice ou être source de jugement (Altman et Taylor, 1973). La self-disclosure peut concerner une information personnelle relevant du fait, de la croyance ou de l'opinion (Prager, 1995). Le comportement verbal de self-disclosure constitue aujourd'hui un fondement du concept d'intimité dans la littérature (Morton, 1978; Prager, 1995; Miller, 2015). Bien que la révélation d'informations personnelles contribue à promouvoir l'intimité, les théoriciens insistent sur l'importance d'une self-disclosure émotionnelle, en privilégiant le témoignage du ressenti émotionnel associé à l'information révélée (Reis *et al.*, 1988). Prenons l'exemple d'un événement particulier pour illustrer la distinction entre les self-disclosures informationnelles et émotionnelles : « pour mes 17ans, mes meilleurs amis m'ont organisé un anniversaire surprise ». Il s'agit bien d'une self-disclosure, toutefois celle-ci ne renseigne pas sur les émotions qui ont accompagné cet événement et laisse le partenaire d'interaction libre d'interprétation. Ainsi les conséquences émotionnelles de l'événement pourraient être que « j'ai été sincèrement touchée par cette attention et me suis sentie privilégiée », ou au contraire que « je ne savais plus où me mettre. J'avais honte que tous les

regards soient tournés vers moi et ne pensais pas mériter autant d'attention ». Bien qu'elles soient toutes les deux considérées comme des self-disclosures, ces deux exemple de révélations ne portent à priori pas la même valeur émotionnelle et n'induisent certainement pas le même degré d'intimité. En complément, Reis *et al.* (1988) soulignent les capacités d'expression des sentiments et émotions au travers d'une communication non-verbale impliquant des expressions faciales, des gestuelles et des indices paralinguistiques. D'après Prager (1995), cela peut également se rapporter à un regard pleins de sens, à un geste tendre, à l'expression d'émotions comme des pleurs et des rires, ou encore à de la sexualité. Ainsi la littérature met en exergue l'expression du partage du soi, de manière honnête et authentique, comme un fondement du processus d'intimité.

La positivité. L'intimité fait également référence dans la littérature à l'expression de ressentis et d'attitudes avenantes et positives vis-à-vis du partenaire et de l'interaction. Ainsi, les manifestations relatives à l'investissement des partenaires et à l'appréciation ou l'affection qu'ils se portent sont reconnues comme des stratégies permettant de maintenir l'intimité au sein de l'interaction (Altman et Taylor, 1973; Stafford et Canary, 1991). Parmi celles-ci, Stafford et Canary (1991) évoquent certains comportements consistant à faire des compliments, se comporter de manière agréable et enjouée, être poli, manifester son enthousiasme et se montrer optimiste. Burgoon et Le Poire (1999) se sont intéressés à l'expression non-verbale de la positivité, notamment au travers du rire, du sourire et des acquiescements de tête (i.e. « head nods » ou « nodding ») (Burgoon et Le Poire, 1999).

La compréhension mutuelle. Les interactions intimes semblent également caractérisées par l'ensemble des comportements visant à renforcer la compréhension mutuelle entre les membres de la dyade. En effet, nous attendons des relations intimes qu'elles répondent à nos besoins de compréhension, de considération et de soutien (Sabbadini *et al.*, 2018; Reis *et al.*, 1988). Les inter-

actions intimes ont d'ailleurs parfois été considérées comme un processus de création d'un sens commun et d'une compréhension mutuelle des sentiments de l'autre (Heller et Wood, 1998) : elles font appel à l'ensemble des comportements visant à connaître et reconnaître le partenaire comme un individu unique et particulier. Dans ce contexte, plusieurs stratégies de réassurance ont été identifiées dans la littérature et participent à nourrir les relations intimes (Stafford et Canary, 1991). En outre, dans le cadre des relations intimes de nature romantique, prouver sa fidélité ou exprimer sa volonté de faire perdurer la relation sont considérées comme des stratégies comportementales permettant de rassurer et conforter l'autre. De même, Berg (1987) suggère qu'exprimer sa compréhension, son intérêt et son ressenti émotionnel en réponse au partenaire est essentiel et permet de conserver et promouvoir l'intimité au sein de la dyade. Il apparaît également critique que chaque membre de l'échange témoigne d'un soutien et d'une acceptation inconditionnelle de l'autre et porte sur lui un regard bienveillant pour que chacun d'eux puisse se sentir compris, considéré et étroitement lié (Reis *et al.*, 1988).

Multimodalité des comportements En complément des comportements verbaux et non-verbaux impliqués dans la régulation de l'intimité interpersonnelle, les chercheurs se sont également penchés sur les modalités d'expression de ces comportements. L'étonnante multitude de comportements verbaux et non-verbaux associés à l'intimité offre une palette de combinaison de signaux permettant d'affiner le niveau d'intimité exprimé au cours de l'interaction. Ainsi, en fonction des indices comportementaux qui l'accompagne, un même comportement non-verbal n'aura pas la même portée et pourra traduire des affects différents. Burgoon et Le Poire (1999) illustrent les possibilités d'interprétation d'un même comportement non-verbal en rappelant qu'un contact visuel associé à une forte proximité physique et accompagné d'un sourire, d'un hochement de tête et d'une caresse affectueuse sera probablement perçu comme une atti-

tude intime alors que ce contact visuel associé à une forte proximité sera très certainement perçu comme de l'intimidation et de la colère s'il s'accompagne d'une expression faciale grimaçante et d'une gestuelle de pointage en direction du visage de l'interlocuteur. Dans cette même veine, Kang *et al.* (2012) ont démontré que les êtres humains peuvent réguler leurs attitudes intimes en combinant des indices verbaux et non-verbaux d'intimité. Les auteurs se sont particulièrement concentrés sur le regard (i.e. contact et évitement visuel), les mouvements de tête (i.e. acquiescement, faire « non » de la tête (i.e. « head shake ») et inclinaison de la tête (i.e. « head tilts »)), les pauses (i.e. silence) et les sourires des individus et démontrent qu'une self-disclosure relativement peu intime s'accompagne plus fréquemment d'un contact visuel et d'acquiescements de la tête. En revanche, une self-disclosure de nature plus intime est plus généralement accompagnée d'un évitement du regard et de mouvements d'inclinaison de la tête.

Réciprocité des comportements. A l'instar de Reis *et al.* (1988) et Miller (1990), Prager (1995) considère que les interactions intimes intègrent à la fois une forme de réciprocité et de complémentarité. La régulation de l'intimité dépend d'une part des comportements exprimés par l'individu mais également de la manière dont ils s'insèrent dans la séquence comportementale partagée entre les deux partenaires au cours de l'interaction.

Plusieurs modèles d'intimité identifiés précédemment dans la littérature mettent en évidence l'importance de la réciprocité des comportements verbaux et non-verbaux dans le processus d'intimité interpersonnel (Patterson, 1976; Timmerman, 1991). La réciprocité est particulièrement observable lorsque l'interaction se déroule dans les premières étapes de construction de la relation et lorsque les individus apprennent à se connaître (Altman et Taylor, 1973). A l'inverse, le besoin de réciprocité semble s'estomper au fur et à mesure que la relation perdure (Morton, 1978). Ainsi, il a été démontré que l'expression de com-

portements vecteurs d'intimité par l'un des membres de la dyade s'accompagne d'une expression par l'autre membre de comportements véhiculant également de l'intimité (Breed, 1972). Dans cette même veine, Laurenceau *et al.* (1998) ont déterminé que les comportements de self-disclosure d'un individu ainsi que les comportements de self-disclosure de son partenaire d'interaction sont tous deux fonction du niveau d'intimité perçu par l'individu et soulignent l'importance de la réciprocité dans ce processus interpersonnel. En complément, les auteurs ont montré que la relation entre les comportements réciproques de self-disclosures des deux membres de l'interaction et la perception d'intimité sont médiés par le niveau de sensibilité et de réactivité perçu de la part du partenaire.

La capacité des individus à être sensibles et à réagir aux partages du partenaire est connu sous le nom de « responsiveness » et apparaît dans la littérature comme une condition sine qua non aux interactions intimes (Reis *et al.*, 1988). La responsiveness est caractéristique du principe de complémentarité évoqué précédemment. Elle est définie comme une réaction, pouvant être verbale et non-verbale, en réponse et en cohérence avec le contenu de l'information divulguée; la réaction de l'individu doit être considérée comme suffisamment élaborée et se manifester dans un temps de latence acceptable par le partenaire (Davis, 1982). Ce mécanisme de communication typique du processus intime est aussi défini comme la mesure avec laquelle l'action d'un des membres de la dyade répond aux actions, à la communication, aux besoins et aux attentes exprimés en amont par l'autre membre de la dyade (Berg, 1987). Le degré de responsiveness d'un individu est révélateur du niveau d'intimité de l'interaction et influence la communication émotionnelle du partenaire (Laurenceau *et al.*, 1998). Il a ainsi été démontré que les personnes possédant des qualités d'écoute et de responsiveness particulièrement prononcées sont également celles capables d'induire chez leurs interlocuteurs une plus grande tendance à se livrer et à partager des informations personnelles et privées (Miller *et al.*, 1983).

Selon Berg (1987), la responsiveness est véhiculée de manière non-verbale par le biais des contacts visuels, de sourires, d'acquiescements de tête, ainsi que d'autres indices comportementaux traduisant que le sujet est « à l'écoute ». La responsiveness s'exprime également de manière verbale, à travers le contenu et le style du message, dans le but de faire varier le niveau d'affect et d'intensité exprimé.

Finalement, Reis *et al.* (1988) mettent l'accent sur l'importance de la réciprocité et de la complémentarité des comportements intimes mais rejettent leur absolue nécessité. Illustrée par la relation enfant-parent, les auteurs démontrent qu'une interaction non réciproque dans laquelle l'enfant est capable de partage émotionnel mais n'est pas nécessairement capable de répondre avec soutien au partage de son parent, n'en n'est pas pour autant moins considérée comme une interaction hautement intime.

Conclusion. Le processus d'intimité interpersonnelle s'appuie sur une vaste palette de stratégies comportementales impliquant à la fois une communication verbale et non-verbale. Ces comportements s'insèrent dans des séquences comportementales d'échange et de partage entre les deux membres d'une dyade. En complément des comportements qui les caractérisent, les interactions intimes se décrivent aussi au travers des expériences intimes vécues par les individus au cours de l'interaction et en conséquence de celle-ci (Prager, 1995).

B) Expériences intimes

L'intimité, en tant que processus interpersonnel, démontre une organisation dynamique complexe qui, en plus d'impliquer des manifestations comportementales, fait appel à la perception et à l'expérience émotionnelle au cours de l'interaction (Prager, 1995). Au delà des comportements de self-disclosure, l'expérience de ressentis positifs et intenses, de chaleur et de bienveillance, d'un sentiment de validation, de compréhension et de soutien de la part de l'autre

sont autant d'expériences émotionnelles qui prennent une place centrale dans le processus d'intimité (Sullivan, 2013; Reis *et al.*, 1988).

D'après Prager (1995), l'expérience intime possède une composante affective et une composante cognitive et perceptive. D'une part, la composante affective de l'intimité se caractérise par un investissement et un intérêt particulier pour le partenaire et l'interaction, ainsi qu'un ensemble de sentiments et ressentis à l'égard de soi, de l'autre et de l'interaction. Dans cette perspective, L'Abate et L'Abate (1979) ont mis en évidence le rôle du processus de vulnérabilité et propose que l'intime réfère à la révélation des blessures émotionnelles et à la peur d'être blessé à nouveau. L'expérience intime peut ainsi être résumée par le sentiment d'être suffisamment en confiance avec l'autre pour prendre le risque de se rendre vulnérable, de montrer ses failles et ses faiblesses et de dévoiler ses ressentis les plus fragilisants. Reis *et al.* (1988) soulignent également l'importance des ressentis et émotions positives associés aux interactions et aux relations intimes. Il apparaît que dès la petite enfance, les affects positifs renforcent le lien proximal entre l'enfant et son parent et expliquent l'importance de l'intimité dans les relations à l'âge adulte.

D'autre part, la composante cognitive et perceptive de l'expérience consiste en la perception d'une compréhension mutuelle entre les deux partenaires (Prager, 1995). Cette composante cognitive s'inscrit dans les théories cognitives de l'apprentissage social (Mischel, 1973) et suggère que chaque individu construit sa propre représentation des comportements sociaux attendus dans les interactions qu'il entretient en fonction de ses expériences passées. En rapportant une fonction cognitive de l'expérience intime selon Chelune *et al.* (1984), Prager (1995) souligne l'importance de la valeur et de la signification attribuée à l'interaction, ainsi que le sentiment de reconnaissance et de compréhension entre les deux partenaires (chapitre 2, p.46).

Les deux fonctions cognitive et affective de l'expérience intime sont généralement reconnues dans les différents modèles théoriques de l'intimité sous la

notion de validation (Prager, 1995; Reis *et al.*, 1988). D'après Prager (1995), celle-ci regroupe le sentiment de compréhension mutuelle, d'acceptation et de bienveillance. Ainsi, l'expérience de validation s'entend à la fois comme le sentiment de comprendre et d'être compris du partenaire, d'être accepté ou d'accepter l'autre pour ce qu'il est et ce qu'il partage, et comme le sentiment de partager des affects positifs avec le partenaire. En somme, « l'expérience d'être compris(e) et accepté(e) par un partenaire ayant un sentiment positif à notre égard est au coeur de l'expérience intime » (Prager, 1995). Dans cette veine, Reis et Shaver soulignent trois qualités essentielles d'un interlocuteur pour promouvoir l'intimité d'une interaction : la compréhension de l'autre, sa validation et l'attention particulière qui lui est apportée (Reis *et al.*, 1988). Les auteurs insistent particulièrement sur l'importance de la compréhension de l'autre, c'est à dire la compréhension des besoins, des attentes, des ressentis du partenaire, puisque celle-ci est décrite comme une condition indispensable pour qu'un individu puisse se sentir validé et entouré au cours de l'interaction. En effet, seule la compréhension profonde du partenaire, grâce en outre à la révélation d'informations personnelles et privées, permet à un individu de proposer un accompagnement, un soutien et des conseils pertinents et utiles. De même, pour qu'un individu se sente validé et entouré par son partenaire, il doit nécessairement ressentir que son partenaire l'apprécie et le valorise pour ce qu'il est réellement. Dans cette perspective, il apparaît que les interactions intimes sont celles dans lesquelles les partenaires font preuve d'une responsabilité et d'une acceptation inconditionnelle de l'autre et en retour, se sentent pleinement compris, valorisés et intimement liés à leur partenaire. Au delà de générer des affects positifs, se sentir entouré avec bienveillance constitue également un catalyseur des comportements de self-disclosure et participe, de manière dynamique, à entretenir les interactions et relations intimes (Altman et Taylor, 1973).

Décrite comme un processus interpersonnel hautement dynamique, l'expérience de l'intimité débute très tôt dans l'enfance au travers de la relation entre le nourrisson et son parent et se construit et évolue tout au long de la vie de l'individu. En outre, il a été largement démontré que les jeunes enfants dont les besoins et ressentis sont entendus et considérés par le parent sont aussi ceux qui développent le plus naturellement un sentiment de sécurité et d'attachement (Stern, 2018), facilitant à l'âge adulte la construction de relations intimes saines et sereines.

Conclusion. Le processus d'intimité fait appel à des mécanismes interpersonnels dynamiques d'expression de comportements intimes et de perception d'expériences intimes. De manière succincte, Prager (1995) propose que l'intimité se résume aux interactions dans lesquelles les partenaires expriment et partagent des éléments personnels et privés, ont un sentiment positif vis à vis de l'autre et d'eux-même, et ressentent une compréhension mutuelle.

2.1.3 Psychométrie de l'intimité

L'intimité interpersonnelle représente une composante fondamentale des interactions et des relations humaines et constitue un levier de compréhension des problématiques psychosociales régulièrement rencontrées en psychothérapie et en psychiatrie (Reis *et al.*, 1988). Pour cette raison, une grande énergie a été et est encore aujourd'hui déployée par la communauté scientifique pour en définir les contours et développer des métriques permettant son évaluation dans une perspective de recherche et dans des contextes applicatifs multiples. De part sa complexité, ses multiples facettes et son implication dans des interactions et des relations interpersonnelles de nature variée, l'évaluation de l'intimité reste une problématique particulièrement délicate et suscite de nombreuses discussions et interrogations au sein de ce champ de recherche.

Il existe actuellement de nombreuses échelles de mesure de l'intimité dans la littérature, principalement en science clinique. Inspiré des travaux de Hinde (1981) décrivant l'intimité en termes de dominance, d'amour et d'attachement, Wilhelm et Parker (1988) ont développé une échelle de mesure du lien intime (IBM), centrée sur les dimensions d'attention et de contrôle, et adaptée à l'évaluation de la qualité des relations chez des personnes atteintes de troubles psychiatriques. Une autre échelle d'évaluation personnelle de l'intimité dans les relations, la PAIR, a été spécifiquement développée pour l'étude des relations de couple et s'adresse aux enseignants, chercheurs et thérapeutes (Schaefer et Olson, 1981). Cette échelle de mesure renseigne sur les cinq dimensions de l'intimité telle qu'elles sont définies par les auteurs, à savoir, l'intimité émotionnelle, sociale, intellectuelle, sexuelle et récréative.

Les échelles mentionnées précédemment ont été développées dans une démarche spécifique et avec un public ou un contexte d'application ciblé. Une autre approche consiste à développer des outils psychométriques « à large spectre » pouvant évaluer l'intimité dans des relations de nature variée. Précurseur dans cette démarche, Miller et Lefcourt (1982) ont proposé une échelle

de mesure de l'intimité sociale (MSIS) permettant d'évaluer globalement le niveau d'intimité le plus élevé qu'une personne expérimente avec un proche. Dans cette même veine, le questionnaire des relations proches (CRQ) (Maxwell, 1985), l'échelle de peur de l'intimité (FIS) (Descutner et Thelen, 1991), ou encore le questionnaire d'intimité marital (MIQ) (Van den Broucke *et al.*, 1995) sont autant d'échelles proposées dans la littérature et adaptées à l'évaluation de l'intimité dans le cadre de troubles interpersonnels associés à l'intimité et pouvant émerger dans différentes formes de relation.

En s'appuyant sur cette littérature, Leonard *et al.* (2014) ont constaté que peu d'échelles de mesure existantes pouvaient s'adapter et répondre à une approche de psychothérapie analytique fonctionnelle (FAP). Cette approche tend à concentrer son attention sur les comportements situés des individus pour déterminer la mesure avec laquelle ces comportements sont appropriés au bon fonctionnement de la relation et dans le cas contraire, développer des stratégies d'amélioration de la psychopathologie basées sur le changement de comportement (Tsai *et al.*, 2015). Pour répondre à ce manque de la littérature, les auteurs ont développé l'échelle d'intimité de psychothérapie analytique fonctionnelle (FAPIS) (Leonard *et al.*, 2014). Cette échelle de mesure a pour objectif de rapporter spécifiquement les réactions et comportements intimes des individus au cours de leurs interactions avec le partenaire cible. Ainsi, seront reconnus les comportements intimes associés à l'expression d'une information personnelle et privée, à une réactions particulièrement authentique ou rendant l'individu possiblement vulnérable aux yeux de son partenaire, une prise de risque pour le bien commun dans la relation, le témoignage d'affection ou encore le partage de ressentis et d'émotions. Selon les auteurs eux-mêmes, la particularité de la FAPIS est « qu'elle considère les réactions intimes comme un comportement à part entière au sein d'une relation spécifique et non seulement comme un état affectif de l'individu à l'égard d'une autre personne ou comme une prédisposition à l'intimité de manière plus globale sans que cela

ne s'applique à une relation particulière ». Les comportements et réactions intimes y sont répertoriés selon trois dimensions d'honnêteté et d'authenticité, d'expression de sentiments positifs, et de sentiments et ressentis cachés.

En complément de cet état de l'art sélectif des échelles dédiées à la mesure de l'intimité interpersonnelle, de nombreux autres outils de mesure ont été développés pour évaluer des sous-concepts, des concepts connexes ou englobant l'intimité.

Ainsi, plusieurs échelles psychométriques se sont spécifiquement concentrées sur la mesure des comportements des individus, dont le plus régulièrement associé à l'intimité est probablement le comportement de self-disclosure (Chelune, 1976; Taylor et Altman, 1966). Précurseur dans la mesure des comportements de révélation d'informations personnelles ou privées, l'inventaire de self-disclosure (SDI) est l'une des échelles les plus régulièrement utilisées dans la littérature (Jourard et Lasakow, 1958). Il s'agit d'une échelle d'auto-évaluation qui renseigne sur le niveau de self-disclosure inféré par le participant dans différentes situations données impliquant des thématiques différentes. Une autre échelle, l'échelle des événements dans la relation (RES) a été développée pour mesurer, sur la base de plusieurs comportements associés à l'intimité (e.g. utilisation de surnom affectif, dire « Je t'aime »), l'évolution d'une relation en cours (King et Christensen, 1983). En parallèle, une évaluation de l'intimité dans les relations basées sur les expériences intimes des individus a également été développée. Par exemple, Orlofsky et Ginsburg (1981) ont proposé d'évaluer l'expérience cognitive et affective des individus au travers d'un Test Thématique Apperceptif (TAT). Sur la base d'un scénario prédéfini, les participants doivent se projeter dans une interaction avec un partenaire proche et inférer leurs ressentis et leurs réactions émotionnelles et comportementales, ainsi que ceux du partenaire. D'après Prager (1995), cette approche cognitive particulière porte principalement sur la mesure du niveau de connaissance et de compréhension mutuelle de la dyade. D'autres approches, plus appropriées

pour capturer la fonction affective de l'intimité interpersonnelle, ont aussi été proposées. L'utilisation d'un journal intime quotidien permet par exemple de rapporter les affects ressentis au cours de l'ensemble des interactions vécues pendant la journée (Duck *et al.*, 1991).

La littérature compte également de nombreuses échelles permettant de mesurer des concepts proches ou incluant l'intimité comme une sous-dimension. En outre, il existe une échelle de l'authenticité dans les relations (AIRS) comprenant une sous-échelle de prise de risque dans l'intimité (Lopez et Rice, 2006). Cette sous-échelle permet de mesurer l'intensité et la profondeur des self-disclosures et reflète le sentiment de sécurité et de confiance qu'un individu ressent dans sa relation avec un partenaire spécifique. Un autre outil, l'échelle de l'amour triangulaire développée par Sternberg (1997) comporte une sous-échelle dédiée à l'intimité. Cette échelle s'inspire de la théorie du même nom dans laquelle l'intimité, la passion et l'investissement (considéré par l'auteur comme la propension à la prise de décisions dans la relation) sont décrites comme les composantes essentielles de l'amour (Sternberg, 1988). En complément des relations amoureuses, l'intimité a également été étudiée comme une fonction des relations amicales. L'intimité est ainsi décrite comme une fonction de l'amitié dans le questionnaire McGill des fonctions d'un ami (MGQ-FF), aux côtés de cinq autres fonctions d'un ami que sont la promotion d'une compagnie stimulante, d'aide, d'une alliance fiable, d'une validation du partenaire et d'un environnement émotionnel sécurisant (Mendelson et Aboud, 1999). Enfin, l'intimité a aussi été appréhendée dans des contextes professionnels et apparaît, tout comme l'acceptation, comme un facteur latent du sentiment d'appartenance social (ESAS) dans les relations entre collègues de travail (Richer et Vallerand, 1998). Contrairement à la plupart des échelles de mesure de l'intimité, cette échelle a été développée en langue française.

Conclusion. Ces échelles de mesure de l'intimité représentent des outils faciles d'utilisation à la fois dans une perspective de recherche mais également dans une démarche clinique appliquée, à destination des psychothérapeutes. La plupart de ces échelles ont toutefois pour points communs, d'une part, d'appréhender l'intimité au sein des relations amoureuses et peu d'entre elles peuvent être utilisées de manière appropriées pour étudier des relations de nature différente ; et d'autre part, d'avoir été développées pour permettre la détection des dysfonctions relationnelles dans un contexte thérapeutique.

2.1.4 Conclusion

L'intimité est donc un processus hautement complexe, qui implique des mécanismes de perception et d'expression entre deux individus engagés dans une interaction commune. L'intimité est particulièrement sensible à la temporalité des interactions et la répétition d'interactions intimes contribue à la construction de la relation intime.

L'intimité est finalement un processus social fondamental qui s'établit dans toutes les formes d'interactions et qui présente de nombreux bénéfices personnels et interpersonnels. Cette compétence sociale humaine a été particulièrement étudiée en psychologie sociale et clinique dans le contexte des relations amoureuses et des dysfonctionnements associés. La littérature compte ainsi de nombreux outils de mesure de l'intimité qui pour la plupart, ont été conçus pour répondre aux caractéristiques des relations de couple.

Pourtant, comme nous l'avons mentionné à plusieurs reprises, l'intimité ne se limite pas aux relations amoureuses et son implication a également été explorée dans d'autres formes de relations, notamment les relations professionnelles. La prochaine section a ainsi vocation à présenter plusieurs travaux de la littérature s'étant spécifiquement intéressés à l'importance de l'intimité dans la relation-client et qui apportent une piste réflexive complémentaire quant à l'intimité dans les relations de service avec un agent virtuel.

2.2 Intimité et relation-client

Comme cela transparait tout au long de ce chapitre, l'intimité a largement été étudiée dans le cadre des relations proches, principalement de nature amoureuse. Toutefois, l'intimité ne se limite pas aux interactions de cette nature, et intervient également dans les relations de service à la clientèle, bien qu'elle soit considérée alors comme « limitée » (Stern, 1997).

En s'inspirant du modèle de Schaefer et Olson (1981), Stern (1997) suggère que l'intimité dans la relation-client se rapporte principalement à une intimité émotionnelle. L'auteur propose alors une distinction de l'intimité émotionnelle dans la relation-client selon cinq ordres : la communication, l'attention, la confiance (ou résolution de problème), le réconfort/soutien et l'engagement. En s'inspirant de ce modèle d'intimité dans la relation client (Stern, 1997) et en s'appuyant sur le modèle de développement de l'intimité sur internet (Figure 2.5 A), Liang *et al.* (2009b) ont proposé et testé empiriquement un modèle d'expérience intime dans la relation-client 2.5 B). Les auteurs ont proposé une campagne publicitaire personnalisée en fonction du client et ont montré que la personnalisation du message est source d'expérience intime. Dans la condition de personnalisation, le message promotionnel est personnalisé selon un principe de référence personnelle (*i.e.* inclusion des informations personnelles du client) et de pertinence du but (*i.e.* rapport et recommandations sur la base de l'analyse des comportements d'achat du client).

Dans leur modèle théorique, l'intimité apparaît également comme un médiateur des comportements du consommateur, notamment en termes d'intention de self-disclosure et d'attitude vis à vis de la recommandation. Selon les auteurs, l'expérience intime du client fait d'une part, appel à une dimension cognitive de l'intimité en considérant notamment la perception du consommateur vis-à-vis de la communication et de l'attention qui lui est accordée et d'autre part, fait appel à un aspect affectif de l'intimité en considérant l'investissement et le soutien qu'il perçoit et la confiance qu'il accorde au service et à l'entité qui

le délivre (Li, 2009; Liang *et al.*, 2009b). La personnalisation du service passe donc par la capacité à faire preuve de compréhension et d'attention à l'égard du consommateur, pour qu'en réponse, celui-ci puisse ressentir des émotions positives à l'égard du prestataire de services. Par conséquent, l'expérience intime du consommateur génère des affects positifs, améliore la qualité de l'interaction et contribue à la construction d'une relation-client (Liang *et al.*, 2009b).

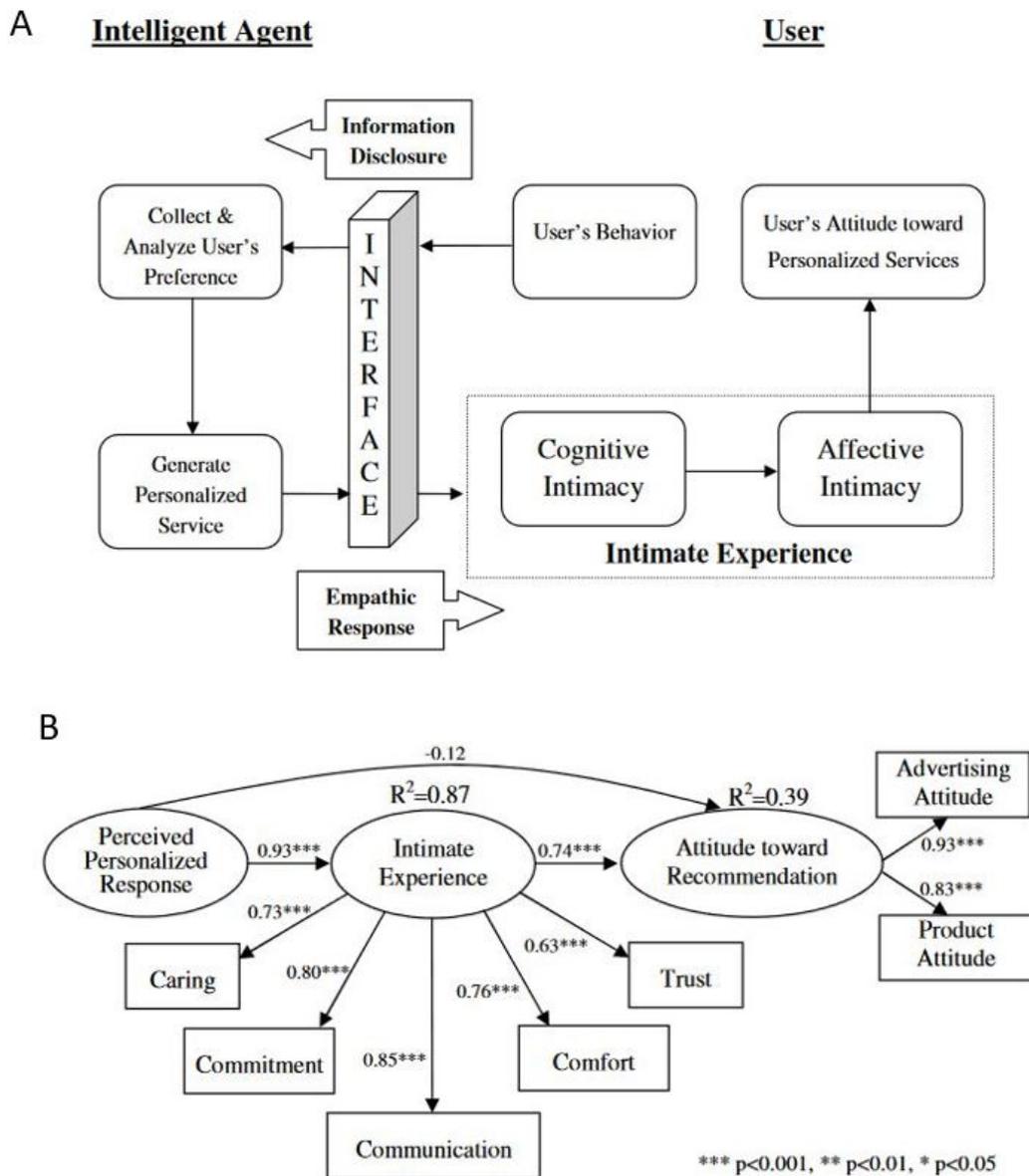


FIGURE 2.5 – Proposition d'un modèle de la satisfaction client pour la relation virtuelle de service, selon Liang *et al.* (2009b)

D'autres auteurs, notamment Yim *et al.* (2008), se sont intéressés à l'intimité dans les relations de services en s'appuyant sur le modèle théorique tridimensionnel de l'amour proposé par Sternberg (1988). Les auteurs suggèrent que dans un contexte de service, l'intimité entre une entreprise et un client se forme de la même façon que dans le contexte des relations amoureuses, grâce à des interactions positives relatives à la consommation (achat, service). Les auteurs proposent de comparer les perceptions en termes de relation-client des consommateurs d'un salon de coiffure et d'un restaurant de fast-food. D'après les auteurs, la relation entretenue par un client et son coiffeur est qualifiée de relationnelle alors que la relation entretenue avec un serveur dans un fast-food est plutôt qualifiée de transactionnelle et induit par conséquent un niveau d'intimité moindre. Les résultats de l'étude montrent que l'intimité, lorsqu'elle est perceptible, contribue à promouvoir l'affection entre le consommateur et le représentant de l'enseigne (un coiffeur, un serveur) et permet par conséquent de renforcer la relation-client avec l'enseigne ainsi que la loyauté du consommateur vis-à-vis de la marque. L'intimité et la passion, deux des dimensions de l'amour selon le modèle théorique de l'amour triangulaire (Sternberg, 1988), sont donc reconnues comme des composantes fondamentales de l'affection, y compris dans le contexte particulier de la relation client (Yim *et al.*, 2008).

En parallèle, le principe d'intimité client ou « customer intimacy » est apparu dans la littérature en sciences des affaires et du management. Popularisé par Treacy et Wiersema (1993), ce concept est rapidement devenu un concept central de la relation-client. D'après les auteurs, les entreprises qui excellent en termes d'intimité client combinent à la fois une connaissance précise de leur clientèle et une flexibilité opérationnelle leur permettant de répondre rapidement aux besoins individuels de leurs consommateurs. Dans une démarche de validation empirique du concept d'intimité client, Brock et Zhou (2012) ont proposé un modèle tridimensionnel de l'intimité client basé sur la compréhension mutuelle, la proximité relationnelle et la valeur. La compréhension mutuelle y

est définie comme la perception d'une compréhension mutuelle entre le consommateur et l'entreprise dans des domaines variés et pertinents pour la relation d'affaire (*e.g.* service après-vente, suivi des dossiers, personnalisation client). La proximité relationnelle correspond au sentiment que l'entreprise entretient des interactions riches avec ses clients et avec l'environnement professionnel, à différents niveaux fonctionnels et caractérisés par des relations personnelles et professionnelles fluides (*e.g.* campagne publicitaire personnalisée, entente entre les collaborateurs, partenariat). Dans cette définition de l'intimité client, la valeur correspond à la perception qu'a le client de la valeur de l'entreprise, tant en termes d'avantage rationnel et économique, qu'en termes d'émotions et de ressentis émanant de la relation. Dans cette même veine, l'intimité est également décrite comme un facteur de la qualité de la relation client à la marque et participe à déterminer la durabilité et la stabilité de cette relation (Fournier, 1998).

2.2.1 Conclusion.

L'intimité représente un concept clef dans les relations humaines, y compris dans les interactions professionnelles où elle facilite la construction de la relation client entre le consommateur et le distributeur, l'attachement et la fidélité à la marque. Bien qu'elle s'établisse dans un contexte professionnel entre un représentant de l'enseigne et le consommateur, l'intimité semble ici s'appuyer sur les mêmes fondamentaux que ceux décrits pour caractériser l'intimité dans les relations proches. Par extension, l'intimité joue certainement aussi un rôle dans la relation de service lorsque celle-ci implique un agent virtuel comme interlocuteur privilégié et contribue probablement à renforcer la relation-client et l'image de l'entreprise.

2.3 L'intimité médiée par ordinateur

Depuis quelques dizaines d'années maintenant, l'intimité se décline sous une forme virtuelle qui s'établit dans les relations que nous entretenons à distance et qui sont notamment médiées par les ordinateurs. Plusieurs auteurs de la littérature se sont alors intéressés à caractériser l'intimité associée aux relations médiées, afin de déterminer dans quelle mesure cette forme si particulière d'intimité se rapproche et se distingue de l'intimité qui s'établit plus classiquement dans les interactions naturelles entre deux individus.

A l'ère du digital et des réseaux sociaux, les communications médiées par ordinateur représentent une grande partie de nos interactions et semblent s'inscrire dans les mêmes buts d'appartenance et de contact social que les interactions naturelles (Lomanowska et Guitton, 2016). Ce changement de mode de communication a en outre généré une évolution progressive de l'appréhension et de la régulation de l'intimité dans les relations existantes et les nouvelles interactions, en faveur d'une « intimité virtuelle » (Scott *et al.*, 2006). L'intimité virtuelle a ainsi été étudiée dans des contextes relationnels variés, notamment dans le cadre des jeux en réseaux (*e.g.* World of Warcraft) (Pace *et al.*, 2010), des réseaux sociaux (*e.g.* Twitter, Facebook) (Gaver, 2002; Kaye *et al.*, 2005) ou encore dans un contexte thérapeutique (Albright et Conran, 2003). La plupart des recherches portant sur l'évaluation de la qualité des relations médiées s'accordent aujourd'hui à dire que le développement et le maintien des relations amicales et amoureuses en ligne est comparable aux relations plus conventionnelles en face à face ; qu'elles soient médiées par ordinateur ou naturelles, ces relations peuvent tout à fait avoir une signification et un niveau d'intimité similaires pour les individus qui les vivent (Pace *et al.*, 2010; Scott *et al.*, 2006; Chan et Lo, 2014). Étonnamment, certains auteurs rapportent que les expériences relationnelles passées des individus peuvent fournir une indication sur leurs comportements sociaux et leurs motivations ou non à nouer des relations

intimes virtuelles. Ainsi, Scott *et al.* (2006) ont observé que les personnes qui se tournent plus naturellement vers des relations virtuelles considèrent avoir au préalable vécu des relations en face-à-face de plus faible degré d'intimité que les personnes n'ayant vécu que des relations face-à-face. Bien que l'intimité apparaisse comme semblable dans les relations naturelles et virtuelles, les mécanismes caractéristiques de l'intimité virtuelle, ses contributions et ses avantages sociaux pour les individus pourraient être, dans une certaine mesure, différents.

Une communication restreinte. L'intimité constitue un spectre large d'expressions et de perceptions, qui, si elle n'est pas totalement limitée par le contexte dans lequel elle se manifeste, n'en reste pas moins modulée par les contraintes de l'interaction et de la relation. L'expression et la perception de l'intimité est sensible aux pressions internes de chaque individu et aux circonstances externes à la relation, mais reste suffisamment malléable pour permettre à la relation intime de perdurer dans des conditions restrictives (Sabbadini *et al.*, 2018). Dans cette perspective, la communication médiée par ordinateur offre aux individus un mode de communication restrictif dans lequel certains ingrédients fondamentaux de l'intimité ne sont pas présents : toute proximité physique entre les individus est par exemple exclue. Malgré ce contexte à priori défavorable, les études suggèrent une persistance d'une forme d'intimité au sein des interactions et relations virtuelles. Étonnamment, les contraintes restrictives de la communication médiée peuvent représenter, selon Grassman et Case (2009), un avantage pour l'individu impliqué dans l'interaction et promouvoir son sentiment de contrôle et de sécurité. L'expérience virtuelle nous permet, en effet, d'échanger avec l'autre tout en restant à une distance sécurisante de son jugement et des conventions sociales qui accompagnent généralement les interactions dans la vie réelle. Impliquant des canaux de communication restreints et moins complexes, les interactions virtuelles peuvent également apparaître comme plus rassurantes pour l'individu et donner le sentiment d'une plus

grande compétence et d'une plus grande capacité à en contrôler le déroulement. D'après les auteurs, les environnements relationnels virtuels semblent générer une illusion d'exclusivité dans la relation, bénéfique pour renforcer le sentiment de reconnaissance et d'appartenance sociale et permettant dans une certaine mesure de préserver les personnes du sentiment dévastateur d'exclusion sociale et de rejet.

Dans certaines conditions, les environnements virtuels démontrent même une propension à faciliter l'expression de comportements intimes de la part des individus. En observant que certaines personnes semblent être plus intimes lors d'échanges virtuels que lors d'interactions naturelles, Walther (1992) introduit le concept de « communication hyperpersonnelle ». Cette forme particulière de communication fait référence à des échanges personnels et privés intenses qui s'expriment spécifiquement au cours de communications médiées. Un des exemples les plus parlants de communication hyperpersonnelle reste probablement les témoignages que livrent certains individus sur des sites Web et réseaux sociaux médicaux. Ces échanges autour de la santé sont régulièrement caractérisés par l'expression d'informations très personnelles et privées sur les ressentis physiques et émotionnels de la personne, sur ses peurs et ses sentiments les plus profonds. Dans cette même trajectoire, d'autres recherches ont montré que, non seulement l'expression de comportements intimes peut être intensifiée par l'utilisation de médias technologiques, mais également que la perception d'intimité est sensible à l'influence d'un environnement virtuel. Jiang *et al.* (2011) suggèrent ainsi que dans le cadre des communications médiées, nous sommes tentés de « sur-interpréter » les signaux sociaux et émotionnels du contenu délivré par notre interlocuteur, avec pour conséquence, une impression intensifiée que l'interlocuteur et plus globalement l'interaction sont de nature sociale. Dans leur étude, les comportements de self-disclosure du partenaire d'interaction sont jugés plus intimes lorsque l'échange se déroule en ligne plutôt qu'en face à face. Réciproquement, les auteurs ont observé que les indi-

vidus ayant perçu les self-disclosures de leur partenaire de manière plus intime ont en réponse tendance à être eux-même plus intimes (Jiang *et al.*, 2013). Ces résultats sont compatibles avec un ensemble d'autres études (e.g. (Hian *et al.*, 2004; Walther, 1995)) relatives à l'intimité relationnelle et soutiennent l'hypothèse d'une communication hyperpersonnelle associées aux interactions virtuelles.

La littérature semble donc faire consensus sur l'existence d'une forme virtuelle d'intimité, pouvant s'établir de manière spontanée au travers d'une communication médiée par ordinateur. Pour expliquer cette incroyable capacité des êtres-humains à s'adapter aux différents canaux de communication à leur disposition pour entretenir des relations sociales, Walther (1996) fait l'hypothèse que l'interaction et la dimension sociale qui la caractérise, sont principalement dépendantes des partenaires qui prennent part à l'interaction et sont finalement peu dépendantes du médium au travers duquel est possible l'interaction. Cette supposition est en outre supportée par les travaux de Turner *et al.* (2001) qui montrent que les individus s'orientent plus spontanément vers des relations virtuelles lorsque celles-ci leur paraissent être d'un meilleur soutien que les relations vécues dans leur vie réelle. Ces résultats suggèrent alors que le mode de communication supportant l'interaction importe peu, même lorsqu'il restreint la complexité de la communication humaine, tant que l'expérience intime répond aux attentes et aux besoins sociaux des partenaires de la dyade. Ainsi, ces résultats confirment le caractère hautement interpersonnel et dynamique de l'intimité (Prager, 1995; Reis *et al.*, 1988).

2.3.1 Conclusion

Le processus d'intimité semble donc pouvoir s'extraire du médium au travers duquel il s'établit et s'inscrire tout aussi bien dans les interactions naturelles que dans les interactions médiées par ordinateur. Ce tour d'horizon du concept d'intimité a entre autres objectifs de souligner la grande plasticité avec laquelle ce processus s'établit et se régule dans les interactions humaines. Cette étonnante plasticité laisse alors envisager la possibilité de voir le processus d'intimité s'établir dans des formes d'interactions inhabituelles, telles que les interactions humain-agent.

Ce qu'il faut retenir. L'être-humain est une espèce hautement sociale qui présente une tendance naturelle à s'investir dans des interactions positives avec les autres. L'intimité interpersonnelle se distingue comme une compétence sociale centrale dans les relations humaines : elle est au coeur des relations proches les plus satisfaisantes et contribue au bien-être psychologique et social des individus. Succinctement, Prager (1995) propose que l'intimité se résume aux interactions dans lesquelles les partenaires expriment et partagent des éléments personnels et privés, ont un sentiment positif vis à vis de l'autre et d'eux-même, et ressentent une compréhension mutuelle. Pour ses bénéfices sur la santé humaine et son rôle crucial dans les relations humaines, l'intimité est particulièrement étudiée et plusieurs modèles théoriques existent dans la littérature. Parmi eux, les modèles de Reis *et al.* (1988) et de Prager (1995) ont particulièrement retenu notre attention : l'intimité y apparaît comme un processus dyadique et dynamique qui s'établit au cours de l'interaction et qui implique une composante perceptive et une composante d'expression de l'intimité. La perception de l'intimité fait appel à des mécanismes perceptifs et implique des filtres d'interprétation associés aux attentes et aux représentations mentales de l'individu sur lui-même et sur autrui. L'expression d'intimité fait appel à une communication verbale et non verbale impliquant de multiples indices sociaux. En outre, le comportement de self-disclosure, *i.e.* révéler une information personnelle ou privée, apparaît dans la littérature comme un comportement clef dans l'expression d'intimité. Nous retenons alors que les interactions intimes ont pour point commun d'être honnêtes et authentiques, positives et s'inscrivent dans une compréhension mutuelle entre les deux partenaires.

Les domaines de la psychologie sociale et clinique comptent actuellement de nombreuses échelles de mesures de l'intimité, s'adressant généralement à l'étude des troubles de l'intimité dans les relations amoureuses. Parmi ces outils psychométriques, l'échelle FAPIS (Leonard *et al.*, 2014) nous interpelle car elle s'appuie sur une approche centrée sur le comportement de l'individu, plutôt que sur ces ressentis subjectifs vis-à-vis de l'interaction.

L'intimité a principalement été étudiée dans les relations amoureuses, pourtant elle s'applique, à des degrés différents, à des relations de nature variée. Notamment, l'intimité est reconnue comme une compétence clef pour satisfaire les utilisateurs et entretenir une relation-client positive. Ainsi, l'intimité est reconnue comme une dimension principale pour satisfaire la relation-client. L'intimité démontre ainsi une formidable plasticité, et peut même s'établir dans les relations médiées par ordinateur qui ne permettent pourtant qu'une communication sociale limitée. Le processus d'intimité semble finalement plus dépendre des partenaires de l'interaction que du médium au travers duquel il s'établit : ce postulat laisse ainsi entrevoir son émergence dans les interactions humain-agent. De part son importance dans les relations humaines, y compris pour la relation-client, et son incroyable capacité à se soustraire aux contraintes de l'interaction, l'intimité apparaît donc comme une compétence sociale idéale pour les ACAs.

Chapitre 3

L'agent virtuel : un acteur de l'interaction

Le chapitre précédent est dédié au concept de l'intimité dans les relations interpersonnelles ainsi que son implication dans les interactions médiées par ordinateur. Notamment au travers du phénomène de communication hyperpersonnelle, nous avons rapporté que la technologie modifie la communication dans les interactions humaines et a pour conséquence de métamorphoser les perceptions interpersonnelles (Walther, 1992; Peña *et al.*, 2007). Ce phénomène est également corroboré lorsque les recherches sont portées sur d'autres aspects sociaux de la communication tels que la perception de la hiérarchie de dominance (Boucher *et al.*, 2008) ou encore les premières impressions (Hancock et Dunham, 2001).

Ce que nous retenons de ces travaux c'est que la dimension sociale des interactions médiées par ordinateur (tout comme les interactions naturelles) est majoritairement dépendante des partenaires de l'interaction et est finalement peu dépendante du médium au travers duquel elle s'établit (Walther, 1996). Ce postulat ouvre le champ des possibles quant à l'établissement d'interactions sociales entre un humain et un agent virtuel, puisqu'il supporte l'émergence d'une dimension sociale dans n'importe quelle forme d'interaction, tant que les

acteurs de l'interaction sont effectivement capables de faire preuve de compétences sociales. Dans ce cas, l'agent virtuel n'est alors plus considéré comme un système technologique et médium de l'interaction, mais comme un véritable acteur social, partenaire de l'interaction (Gunkel, 2012).

Comment un système artificiel peut-il alors devenir un acteur de l'interaction, reconnu pour ses facultés sociales et capable d'engager une relation satisfaisante avec un utilisateur ?

Pour répondre à ce challenge particulier, les recherches en Interactions Humain-Machine (IHM) se sont orientées vers le développement d'Agents Conversationnels Animés (ACAs). Les ACAs sont considérés comme des systèmes intelligents et autonomes, généralement de forme humanoïde, qui sont capables d'interagir avec les êtres humains en comprenant le langage naturel et en y répondant de manière appropriée (Pelachaud, 2009). Les comportements des ACAs s'inspirent de l'être humain : ils ont ainsi la particularité d'être animés et bénéficient d'une communication multimodale verbale et non verbale leur permettant d'exprimer des comportements sociaux et émotionnels au cours d'une interaction avec un utilisateur (Picard, 1999). Les ACAs sont des systèmes artificiels aujourd'hui reconnus pour leur intérêt dans la recherche en informatique affective (*i.e* affective computing (Picard, 1999)) et en sciences sociales. En effet, leur capacité de communication sociale influence les perceptions et les comportements des utilisateurs et en fait de bons candidats pour initier des relations humain-agent satisfaisantes (Beale et Creed, 2009).

Dans ce chapitre, nous proposons de parcourir la littérature en IHM relative à la dimension sociale des interactions. A travers cette littérature riche et pluridisciplinaire impliquant des recherches en psychologie, en neurosciences et en informatique affective, nous rapportons comment la dimension sociale des interactions humain-agent a été appréhendée jusqu'ici et comment ces travaux nourrissent notre problématique de conception d'un agent virtuel social capable de satisfaire l'expérience des utilisateurs et de contribuer à la relation-client.

Nous proposons dans une première section un focus particulier sur le phénomène de présence sociale, le « sentiment d'être en présence d'autrui » sur lequel s'appuie les interactions sociales (Short *et al.*, 1976). Globalement, la présence sociale permet à un individu de reconnaître l'autre comme un « être social » et par conséquent, un potentiel partenaire d'interaction avec lequel il est possible d'engager une relation sociale (Biocca *et al.*, 2003). Nous décrivons dans la première section le rôle crucial que joue la présence sociale dans les interactions humain-agent et comment celle-ci contribue à la reconnaissance de l'agent virtuel comme un acteur social. Aussi, nous exposons dans cette section l'étroite relation établie dans la littérature entre les concepts d'intimité et de présence sociale (Lombard et Ditton, 1997; Gunawardena et Zittle, 1997).

Dans une deuxième section, nous explorons les processus cognitifs qui permettent aux êtres humains de percevoir des capacités sociales chez les agents virtuels et nous montrons comment ces processus influencent nos perceptions et nos comportements : inspirés de la littérature en psychologie cognitive et en neurosciences, nous nous intéressons aux mécanismes socioperceptifs qui sous-tendent nos réactions émotionnelles face aux agents virtuels. Aussi, nous nous intéressons à l'influence de la dimension sociale des interactions humain-agent sur nos fonctionnements et plus particulièrement sur les processus de l'attention et de l'apprentissage. En complément, nous explorons l'impact de la communication sociale chez les ACAs en rapportant les recherches ayant étudié l'impact de la multimodalité sur les processus socioperceptifs humains.

Dans une troisième section, nous proposons une revue sélective de la littérature sur les agents virtuels sociaux. Dans cette section, nous nous concentrons principalement sur les travaux qui se rapportent de manière totale ou partielle au concept d'intimité. Nous proposons également un tour d'horizon d'autres recherches se rattachant à des modèles théoriques et des compétences sociales connexes tel que le *rappport* (Tickle-Degnen et Rosenthal, 1990) ou *l'empathie* (Decety et Jackson, 2004).

3.1 Présence sociale dans les Interactions Humain-Machine (IHM)

3.1.1 Qu'est-ce que la présence sociale ?

La présence sociale est communément définie comme la sensation d'être en présence « d'un autre » (Short *et al.*, 1976) ou « d'une vraie personne » et d'avoir accès à ses sentiments et ses émotions (Biocca, 1997). Plus particulièrement, les auteurs proposent que la présence sociale correspond au degré d'importance ou au poids attribué à autrui dans l'interaction et par extension, à l'importance de la relation avec autrui (Short *et al.*, 1976). La notion d'« importance » accordée à autrui dans l'interaction émerge principalement des indices sociaux véhiculés et constituant un témoin de sa présence. Ainsi, nous engageons spontanément des mécanismes sociocognitifs complexes, sources d'inférences sur l'état mental, les ressentis, les émotions ou encore les intentions d'autrui (Biocca *et al.*, 2003). Sur la base de ces perceptions sociales, le phénomène de présence sociale induit la construction et l'activation de représentations mentales, qui influencent l'état mental et les comportements de l'individu vis-à-vis d'autrui et dans la relation avec autrui. Le phénomène de présence sociale est complexe puisqu'il peut être appréhendé au travers des représentations mentales de l'individu sur lui-même, sur autrui et sur l'interaction avec autrui, mais peut également être évalué au travers des comportements engagés dans l'interaction, des processus de motivation et de performances dans la réalisation d'une tâche, ou encore au travers des mécanismes affectifs mis en œuvre (Biocca *et al.*, 2003).

Toutefois, les recherches portant sur la présence sociale mettent en évidence que la présence physique d'un pair n'est pas systématiquement responsable d'un effet de présence sociale et réciproquement, que l'effet de présence sociale peut s'établir même en l'absence d'une présence physique du pair (Fridlund,

1991). En observant que seul un partenaire attentif génère de la présence sociale chez les individus, l'auteur suggère que la présence sociale fait plutôt appel à la disponibilité d'esprit et d'attention de l'autre. Ce postulat rend ainsi possible l'existence d'une présence sociale en contexte d'interaction médiée par ordinateur. Dans ce contexte virtuel, le phénomène de présence sociale peut se référer à une forme d'« interactionnisme symbolique » (Blumer, 1986), dans lequel l'individu construit et généralise la représentation qu'il se fait d'un partenaire au travers de l'interaction (Biocca *et al.*, 2003).

La présence sociale est actuellement considérée comme un continuum et un état transitoire dans lequel un partenaire peut être perçu comme plus ou moins présent, selon l'environnement et le contexte social, les caractéristiques individuelles ou en fonction du moyen de communication assurant l'interaction (Biocca *et al.*, 2003; Oh *et al.*, 2018). Les théories de la présence sociale intègrent les mécanismes de la perception et s'intéressent aux aptitudes sensorielles de l'être humain, puisque c'est par ce biais que chaque individu capture les indices sociaux véhiculés par son environnement et en extrait des règles et des représentations mentales. Par conséquent en situation d'interaction médiée, le système doit assurer une extension des sens de l'individu pour conserver sa capacité à récolter les indices sociaux au cours de l'interaction et promouvoir l'émergence du sentiment de présence sociale. En affirmant que certains systèmes sont plus à même que d'autres de délivrer ces indices sociaux, Short *et al.* (1976) renforcent l'idée selon laquelle la présence sociale serait une « qualité du médium en lui-même ».

Le phénomène de présence sociale soulève une double problématique de recherche et les théories de la présence sociale s'attachent d'une part, à étudier les déterminants de la présence sociale dans des environnements virtuels et s'attachent d'autre part, à développer des méthodes d'évaluation des performances des systèmes en termes de présence sociale. Dans cette démarche, Short *et al.* (1976) ont déterminé qu'une interface interactive entre deux individus doit être

source d'intimité, d'immédiateté et doit renforcer l'engagement entre les participants de l'interaction pour générer un sentiment de présence sociale chez ses utilisateurs. La présence sociale est alors définie comme un concept bidimensionnel composé d'une dimension d'intimité et d'une dimension d'immédiateté (Gunawardena et Zittle, 1997; Lombard et Ditton, 1997). Le concept d'intimité, central dans les relations interpersonnelles et auquel nous avons dédié le chapitre précédent, s'inscrit ainsi dans les théories de la présence sociale et apparaît comme une condition essentielle au système pour permettre l'émergence de présence sociale dans un environnement virtuel. De plus, les systèmes les plus performants en termes de présence sociale semblent également être ceux facilitant l'expression et la régulation de l'intimité au cours de l'interaction médiée (Lombard et Ditton, 1997).

Conclusion. La présence sociale représente ainsi un véritable témoin de la dimension sociale d'autrui. En ce sens, elle apparaît comme un concept majeur en IHM, notamment dans les recherches portant sur les interactions humain-agent. En symbiose avec la théorie de la réponse sociale (Nass *et al.*, 1994; Reeves et Nass, 1996), elle permet de justifier les interactions sociales que nous engageons spontanément avec des machines. De plus, la présence sociale est étroitement liée au concept d'intimité qui est considéré comme l'une de ses deux sous-dimensions.

3.1.2 Théorie de la réponse sociale

La théorie de la réponse sociale – aussi connue sous le nom de paradigme CASA *i.e.* Computers Are Social Actors – a été proposée à la suite d'une série d'étude mettant en évidence que les êtres-humains adoptent des comportements sociaux à l'égard de machines (Nass *et al.*, 1994; Reeves et Nass, 1996). Nous avons en effet naturellement tendance à traiter les ordinateurs comme des acteurs sociaux, même en ayant conscience qu'une machine ne dispose pas

de sentiments, d'intention, de « soi » ou de motivations humaines (Reeves et Nass, 1996). A travers ces études, les auteurs mettent en lumière la capacité des êtres-humains à se comporter de manière sociale envers les machines et à leur attribuer une dimension sociale, même lorsque celles-ci ne démontrent qu'un nombre limité d'indices sociaux. Ces observations attestent que l'être humain initie spontanément des interactions anthropomorphes avec des machines, notamment parce qu'il leur attribue un ensemble de caractéristiques socioémotionnelles souvent considérées comme propre à l'humain : les machines se voient alors spontanément attribuer des traits et des propriétés humaines tel qu'un genre, une personnalité, des attitudes sociales et des intentions (Nass et Moon, 2000).

La théorie de la réponse sociale s'accorde particulièrement bien avec le phénomène de présence sociale, jusqu'alors décrit dans la littérature relative à la communication médiée par ordinateur.

En s'appuyant sur ces deux courants de recherche complémentaires, la littérature actuelle converge avec les observations de Reeves et Nass (1996); Nass *et al.* (1994) et atteste de la capacité des agents virtuels à générer un sentiment de présence sociale chez les individus (Oh *et al.*, 2018). Choi *et al.* (2001) rapportent par exemple que la présence (vs. absence) d'un personnage virtuel anthropomorphe dans une publicité sur internet permet d'augmenter le sentiment de présence sociale des observateurs. D'autres études démontrent également que la présence d'un agent virtuel exprimant des indices sociaux, tels que des contacts visuels (Bailenson *et al.*, 2003) ou des comportements d'écoute attentive (Von Der Pütten *et al.*, 2009) augmente le sentiment de présence sociale des participants, notamment lorsque ces indices sociaux sont cohérents entre-eux (Bailenson *et al.*, 2005).

Conclusion. La présence sociale est donc un concept central dans les interactions humain-machine qui rapporte la dimension sociale perçue chez le système. Le sentiment de présence sociale peut ainsi être induit par un système artificiel, même en présence d'indices sociaux discrets. Ce phénomène a alors été étudié pour ses effets sur les perceptions et les comportements humains en interaction. Dans le contexte de notre problématique, la présence sociale représente un témoin de la perception sociale de l'ACA dans l'interaction et pourrait induire des changements dans la perception et les comportements des utilisateurs.

3.1.3 Effets de la présence sociale

Le sentiment de présence sociale se caractérise par une considération de l'autre comme un « être social » disposant de sentiments, ressentis, d'émotions et d'intentions (Biocca *et al.*, 2003). Par conséquent, le phénomène de présence sociale s'accompagne d'un ensemble de perceptions et de manifestations comportementales témoignant d'une considération sociale de l'autre.

Alors qu'un large panel d'études a abordé ce phénomène en s'intéressant aux perceptions subjectives des individus en matière de présence sociale, d'autres études se sont concentrées sur les manifestations cognitives, émotionnelles et comportementales des individus, en réponse à la reconnaissance de l'autre comme un être social. En outre, ces recherches ont mis en évidence de nombreuses influences positives de la présence sociale sur les perceptions et comportements humains (pour une exception se référer à Allmendinger (2010)) : la présence sociale impacte notamment le niveau de satisfaction et d'appréciation des participants vis-à-vis du partenaire et de l'interaction, l'estime de soi et le sentiment de confiance, l'amusement ou encore l'utilité perçue (Verhagen *et al.*, 2014; Bailenson *et al.*, 2005; Gunawardena *et al.*, 2001). La présence sociale impacte également les réponses physiologiques et émotionnelles des individus, leurs comportements sociaux (verbaux et non-verbaux), leurs performances dans une tâche ou encore leur degré de coopération (Biocca *et al.*,

2003; Bailenson *et al.*, 2005; Picciano, 2002).

Dans un environnement virtuel d'apprentissage, Whiteman (2002) a par exemple montré qu'un manque de présence sociale impacte négativement les performances d'apprentissage des participants et renvoie un sentiment impersonnel et négatif. Ces résultats sont toutefois nuancés par Theonas *et al.* (2007) qui ont observé que l'effet de présence sociale induit par le sourire d'un partenaire n'impacte positivement les performances des participants que dans le cas de tâches complexes. D'autres recherches ont mis en évidence une influence de la présence sociale sur le niveau d'appréciation des participants vis-à-vis du partenaire d'interaction, mais également sur les performances de mémoire et sur les comportements d'approche (Bailenson *et al.*, 2005).

Plusieurs études ont également mis en évidence un impact de la présence sociale sur l'expression des émotions : Lee et Wagner (2002) se sont intéressés à l'influence de la présence sociale sur l'expression multimodale des émotions chez des personnes racontant un souvenir émotionnel. Les auteurs ont montré que la présence sociale a pour effet d'altérer la cohérence entre les émotions ressenties, celles verbalisées et celles exprimées au travers d'une communication non-verbale. Ainsi la présence sociale démontre une influence négative sur l'expressivité verbale des émotions et une influence positive sur l'expression faciale des émotions positives. Les auteurs suggèrent que l'effet de la présence sociale renforce la fonction communicative de l'expression non-verbale des émotions au détriment de leur rôle émotionnel. D'autres études ont également montré une tendance des individus à surexprimer au travers d'une communication non verbale (*e.g.* sourires) leurs émotions positives en situation de présence sociale (Jakobs *et al.*, 1999). Au delà seulement de la présence sociale, les résultats de l'étude menée par Wagner et Smith (1991) suggèrent que le niveau d'expressivité faciale des émotions est également modulé par le degré d'intimité entre les deux individus.

Conclusion. Les effets de la présence sociale sont donc multiples et globaux. Ils impliquent à la fois les perceptions subjectives des individus et leurs réactions physiologiques et émotionnelles, ainsi que leurs comportements sociaux. Par conséquent, l'évaluation de la présence sociale porte généralement sur l'auto-évaluation subjective des perceptions et ressentis de l'individu ainsi que sur l'observation et la prise en compte de ses réponses comportementales (Biocca *et al.*, 2003).

3.1.4 Psychométrie de la présence sociale

La littérature comporte aujourd'hui plusieurs échelles de mesure permettant d'évaluer le sentiment de présence sociale perçue par un individu dans un contexte d'interaction médiée par ordinateur (Richardson *et al.*, 2017). A l'aube des années 2000, une revue de la littérature sur les théories de la présence sociale et leurs échelles de mesure associées a été proposée par (Biocca *et al.*, 2001). On y retrouve par exemple l'échelle de mesure de la présence sociale selon ses précurseurs qui permet d'évaluer la richesse avec laquelle un système retranscrit le phénomène de présence sociale (Short *et al.*, 1976). Cependant, cette échelle a été développée pour répondre à une évaluation de la qualité du médium en lui-même plus que de la présence sociale qui s'établit au sein de l'interaction. Cette revue de la littérature souligne une absence de consensus quant à la définition de la présence sociale et par conséquent les difficultés des chercheurs à développer des outils psychométriques.

Plus tard, Biocca *et al.* (2003) ont proposé la *Networked Minds* : en s'inspirant de leur modèle théorique, les auteurs proposent une mesure comportant 36 items répartis en 6 dimensions de *copresence*, *d'attention*, *de compréhension du message*, *de compréhension affective*, *interdépendance émotionnelle* et *d'interdépendance comportementale*. D'autres échelles de mesure ont également été développées : c'est le cas par exemple du questionnaire de présence sociale proposé par Bailenson *et al.* (2003) comportant 5 items, ou celui de

Kang *et al.* (2007) comportant 19 items répartis en 3 dimensions de *coprésence*, *d'influence* et de *cohésion*. Finalement, dans leur méta-revue Richardson *et al.* (2017) rapportent l'existence de plus d'une vingtaine de mesures de la présence sociale dans les environnements virtuels d'apprentissage.

Dans une perspective comportementale, plusieurs travaux se sont également portés sur l'expression non-verbale de la présence sociale (Bailenson *et al.*, 2004). Le phénomène de présence sociale a par exemple été évalué au travers des comportements d'approche et d'évitement des individus dans un environnement virtuel immersif (Bailenson *et al.*, 2003). Il est d'ailleurs intéressant de noter que, d'après ces auteurs, l'observation d'indices sociaux non-verbaux chez les participants pourraient constituer un meilleur indicateur de la présence sociale que les perceptions subjectives des participants évaluées par le biais de questionnaires (Bailenson *et al.*, 2004).

Conclusion. L'évaluation de la présence sociale porte à la fois sur les perceptions subjectives des individus au travers de questionnaires auto-administrés et sur l'appréhension des comportements sociaux des utilisateurs en réponse à la perception sociale d'autrui. Dans une perspective de développement des compétences sociales d'un ACA, la présence sociale représente un formidable témoin de la représentation sociale de l'ACA aux yeux des utilisateurs. Par conséquent, nous nous interrogeons sur les effets du sentiment de présence sociale sur la perception d'intimité et sur les comportements sociaux des utilisateurs.

3.1.5 Antécédents de la présence sociale

Dans une démarche de compréhension du phénomène et d'amélioration des qualités des systèmes en termes de présence sociale, la recherche s'est aussi particulièrement intéressée aux déterminants de la présence sociale.

Une revue de la littérature proposée par Oh *et al.* (2018) a répertorié un ensemble d'études portant sur les antécédents de la présence sociale et notam-

ment l'influence des qualités immersives du système, du contexte d'interaction et des caractéristiques individuelles. Une attention particulière a été portée à la dimension sociale de la communication et au réalisme comportemental du partenaire sur la perception de la présence sociale. En outre, de nombreux comportements verbaux et non-verbaux ont été reconnus comme vecteurs de présence sociale : Gunawardena et Zittle (1997) considèrent par exemple que la capacité du système à permettre l'expression d'intimité (*e.g.* favorise la proximité physique, les sourires et le contact visuel) renforce la perception de présence sociale dans un contexte d'interaction médiée par ordinateur. Dans cette veine, d'autres études ont montré que le sentiment de présence sociale est renforcé par l'expression d'attitudes et de comportements sociaux : adopter une attitude amicale (*e.g.* être poli(e), attentif à l'autre, faire preuve de compréhension mutuelle) (Verhagen *et al.*, 2014), emphatique (Guadagno *et al.*, 2011) ou intime (*e.g.* expression de self-disclosures) (Han *et al.*, 2016) sont autant de moyens qui permettent de renforcer le sentiment de présence sociale. D'autres comportements verbaux et non-verbaux tels que l'humour, un ton de voix dynamique, la personnalisation des réponses et la promotion de « feedbacks » (Hackman et Walker, 1990) sont également associés à une augmentation de la présence sociale.

3.1.6 Conclusion

Les théories de la présence sociale offrent un soutien théorique fondamental pour la recherche en IHM et apportent encore aujourd'hui de nombreux questionnements en lien avec la dimension sociale des IHMs. De part son implication dans les interactions humain-agent virtuel et son étroite relation avec le concept d'intimité, la présence sociale s'inscrit également avec pertinence dans notre problématique de recherche : d'une part, il apparaît que pour générer une expérience satisfaisante chez les utilisateurs, les agents virtuels devraient être sources de présence sociale (Mimoun *et al.*, 2012). D'autre part, il ressort

de la littérature que l'intimité se distingue comme une compétence sociale permettant aux ACAs de générer un effet de présence sociale chez les utilisateurs (Esposito et Jain, 2016). L'intimité et plus généralement la présence sociale, s'élèvent ainsi comme des pré-requis à la reconnaissance de l'agent comme un véritable acteur et partenaire de l'interaction.

Dans la section suivante, nous nous intéressons alors aux mécanismes cognitifs impliqués dans la perception sociale en IHM qui permettent, entre autres, l'établissement du phénomène de présence sociale.

3.2 Mécanismes de la perception sociale en IHM

Les êtres humains prêtent spontanément attention aux autres, afin de récolter des informations sociales pertinentes, notamment sur l'identité, le statut social, les émotions ou les intentions d'autrui (Klein et Shepherd, 2009). Bien qu'ils s'établissent naturellement chez l'être-humain, ces processus socio-perceptifs méritent d'être interrogés dans le cadre spécifique des interactions humain-agent. En effet, la capacité des êtres-humains à percevoir et interpréter les comportements sociaux chez un agent virtuel nous semble être un pré-requis indispensable pour que l'agent virtuel soit reconnu comme un acteur social de l'interaction et puisse générer en réponse des comportements sociaux de la part des utilisateurs, contribuant à la construction de la relation. Le développement des compétences socioémotionnelles chez les ACAs représente actuellement un sujet d'intérêt croissant dans la littérature en IHM et dans l'industrie et apporte son lot de questionnements sur les mécanismes socioperceptifs engagés dans les interactions humain-agent.

La compréhension des processus perceptifs, socioémotionnels et attentionnels qui supportent les interactions humain-agent constitue un enjeu majeur dans la recherche et la conception d'agents virtuels sociaux capables de satisfaire les attentes et les besoins sociaux des utilisateurs. En se concentrant sur les fonctions cognitives de l'être humain, plusieurs grands questionnements émergent de la littérature en IHM : comment une interaction avec un agent virtuel et non plus un humain, influence-t-elle nos perceptions ? Quel en est l'impact sur nos mécanismes attentionnels, perceptifs et affectifs ? Aussi, comment traitons nous les informations sociales lorsque celles-ci sont véhiculées par un agent virtuel ? Ces informations sociales sont-elles compatibles avec nos fonctionnements cognitifs ?

3.2.1 Réactions socioémotionnelles

Depuis plusieurs décennies, des recherches sont menées pour mieux comprendre les mécanismes humains supportant la perception et la réaction aux comportements sociaux et émotionnels chez les humanoïdes. De nombreuses études attestent par exemple de la capacité de l'être humain à reconnaître les expressions faciales exprimées par un personnage virtuel (Bartneck *et al.*, 2004). D'autres études attestent également de notre capacité à percevoir des émotions et à y réagir spécifiquement : Slater *et al.* (2006) ont par exemple développé une version 3D-virtuelle de la fameuse expérience d'obéissance de Milgram dans laquelle les participants doivent, sur ordre de l'expérimentateur, infliger des chocs électrique à un personnage virtuel féminin comme punition si le personnage échoue à un test de mémoire. Conscients que la situation n'est pas réelle, les participants démontrent toutefois des réactions physiologiques et comportementales similaires à celles observées dans la version originale de l'expérience (impliquant une punition sur une vraie personne). Aussi, des enregistrements d'imagerie cérébrale par IRM fonctionnel ont montré des activations cérébrales de régions impliquées dans le traitement des processus affectifs lorsque les participants sont confrontés à la souffrance du personnage virtuel (Cheetham *et al.*, 2009). En l'état actuel des connaissances, les auteurs n'ont toutefois pas pu conclure à une réponse empathique des participants en réponse à la souffrance du personnage et suggèrent plutôt que l'activation émotionnelle observée est induite par la situation de détresse personnelle dans laquelle ils sont plongés.

Sur le plan cérébral, il semble que les mécanismes perceptifs impliqués dans la réponse à l'expression des émotions d'autrui sont au moins en partie similaires lorsque les émotions sont exprimées par un agent virtuel ou un humain. Plusieurs études ont en effet reporté des activations neuronales semblables dans des régions du cerveau associées au traitement émotionnel des visages en réponse à l'expression faciale d'émotions de la part d'humains et d'humanoïdes

(Moser *et al.*, 2007; Mühlberger *et al.*, 2009).

Considérées dans leur ensemble, ces études suggèrent que l'expression d'émotions chez un personnage virtuel pourrait à priori être perçue de manière similaire aux émotions exprimées par d'autres êtres humains et impliquerait des activations physiologiques et des réponses comportementales semblables (de Borst et de Gelder, 2015). Nous nous interrogeons alors sur la capacité des être humains à percevoir et engager des comportements sociaux complexes, impliquant une communication multimodale en situation d'interaction avec un ACA exprimant des comportements sociaux.

En effet, il est aujourd'hui considéré que la ressemblance d'un agent virtuel avec l'humain, en termes d'apparence physique, mais également en termes de comportements et d'émotions a une influence forte sur la perception que nous en avons et constitue un déterminant crucial des interactions humain-agent (de Borst et de Gelder, 2015). Pour mieux comprendre comment cette ressemblance avec l'humain influence les interactions humain-agent, les chercheurs se sont penchés sur les réactions sociales et émotionnelles des individus face aux agents virtuels. En s'inscrivant notamment dans le champs de recherche de la vallée de l'étrange (*i.e.* the uncanny valley (Mori, 1970)), ces chercheurs interrogent les processus socioémotionnels impliqués lorsque les individus sont confrontés à un personnage ressemblant à un humain mais n'en n'étant pas tout à fait un.

Théorie de la vallée de l'étrange. Il s'agit d'une hypothèse selon laquelle un personnage anthropomorphe possédant une forte ressemblance avec l'être-humain sans toutefois en être un, induit chez les individus un sentiment d'étrangeté particulièrement prononcé (Figure 3.1). Cette théorie doit son nom à la forme de la courbe représentant la familiarité perçue du personnage en fonction de son degré de ressemblance avec l'humain, dont la distribution forme une vallée lorsque la ressemblance est forte.

De cette théorie émane l'idée générale selon laquelle le sentiment d'étrangeté et d'inconfort provoqué par un personnage humanoïde (sans toutefois être un humain) est induit par une dissonance perceptive entre le réalisme de l'apparence physique du personnage et celui de ses comportements (*e.g.* voix, animation). Les travaux relatifs au phénomène de la vallée de l'étrange mettent ainsi en lumière l'importance de la congruence entre les différents aspects constitutifs d'un personnage humanoïde (Mori, 1970; Mori *et al.*, 2012).

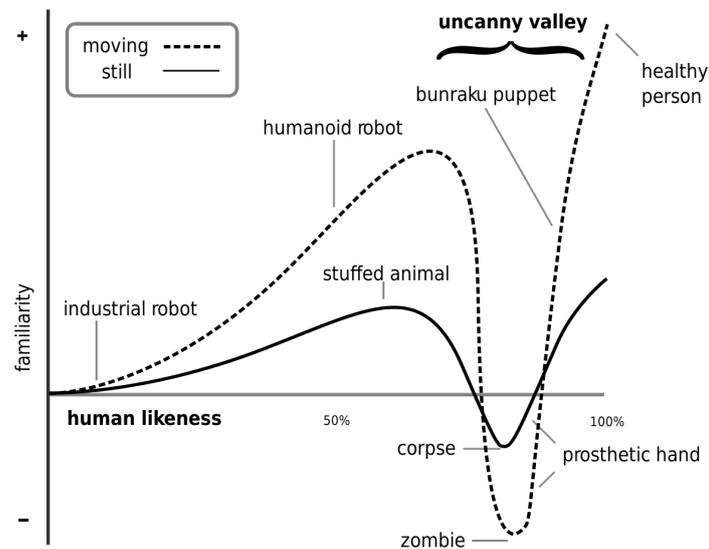


FIGURE 3.1 – Cadre théorique de la Vallée de l'étrange d'après Mori (1970)

Des travaux d'imagerie cérébrale utilisant l'électroencéphalogramme (EEG) se sont intéressés aux mécanismes cérébraux accompagnant le phénomène de la vallée de l'étrange et à la manière dont nous percevons les humanoïdes. L'enregistrement de potentiels évoqués (ERPs) de type N400 dans la région frontale chez des individus confrontés à un robot humanoïde « presque-mais-pas-vraiment-humain » semble supporter l'hypothèse de la violation de prédiction pour expliquer le phénomène de la vallée de l'étrange (Urgen *et al.*, 2018). Effectivement, les ERPs de type N400 sont spécifiquement associés au traitement d'un stimulus incongruent ou inattendu. Ainsi, le traitement d'informations perceptives ou cognitives conflictuelles, ici un personnage qui semble humain

mais n'en est pas un, est interprété par le cerveau comme une violation des prédictions en termes de connaissance sur le monde (*e.g.* lois physiques, normes sociales, « ce qu'est un humain »). Ces situations conflictuelles conduisent à un encodage neuronale matérialisant la détection d'incohérences, notamment par un signal ERP de type N400 et oriente l'attention de l'individu sur le stimulus. En IHM, la notion de dissonance ou d'incohérence comportementale fait également référence aux comportements sociaux et émotionnels : ainsi, un corrélât neuronal de la réaction physiologique associée à la vallée de l'étrange a également été retrouvé dans le cortex préfrontal (ventromédian), une région cérébrale impliquée dans des fonctions sociales et d'évaluation (Grabenhorst *et al.*, 2019).

Toutefois, certains travaux remettent en question la notion de « vallée » dans la théorie de la vallée de l'étrange. Des chercheurs ont ainsi proposé que la relation fonctionnelle entre la ressemblance avec l'humain d'un personnage et le sentiment de familiarité des individus ne soit pas catégoriquement cubique (*i.e.* prend la forme d'une vallée) mais puisse dépendre des caractéristiques du personnage (*e.g.* apparence physique, animations) et des caractéristiques individuelles de l'observateur (*e.g.* âge, culture, exposition aux humanoïdes) (Rosenthal-von der Pütten *et al.*, 2014; Rosenthal-Von Der Pütten et Krämer, 2014).

Conclusion. La capacité des êtres-humains à percevoir des indices sociaux chez les agents virtuels et à exprimer en réponses des comportements socioémotionnels constitue ainsi une réalité physiologique et cognitive. De plus, la cohérence physique, comportementale ou encore émotionnelle des personnages virtuels joue un rôle dans les perceptions et appréciations des individus et l'absence de cohérence est associée à des dissonances perceptives conduisant au phénomène de la vallée de l'étrange. Les agents virtuels semblent donc devoir disposer de caractéristiques sociales dans toutes les dimensions que les com-

posent pour être perçus comme de potentiels acteurs sociaux. Les mécanismes socioperceptifs engagés dans les interactions humain-agent ont également été étudiés pour leurs implications sur les processus attentionnels des individus et leurs performances d'apprentissage.

3.2.2 Attention et apprentissage

Pour mieux comprendre l'impact des interactions humain-agent sur nos fonctionnements, certaines recherches se sont portées sur l'étude des agents virtuels pédagogiques car ils représentent des candidats appropriés pour interroger les processus de la mémoire et de l'apprentissage dans les interactions apprenant-enseignant.

Li *et al.* (2016) se sont par exemple intéressés à la nature virtuelle ou humaine d'un tuteur pédagogique dans une interaction médiée tuteur-apprenant. Pour ce faire, les auteurs ont proposé aux participants des contenus pédagogiques sous la forme de vidéos présentées par un humain ou un agent virtuel. Les résultats de cette étude ont ainsi mis en évidence que le tuteur incarné par un agent virtuel est tout autant apprécié par les participants que le tuteur humain. En revanche les participants obtiennent de meilleures performances de rappel sur les informations délivrées dans la vidéo lorsqu'il s'agit du tuteur humain, comparativement au tuteur incarné par l'agent virtuel. Les auteurs invoquent la théorie de la charge cognitive (*i.e.* cognitive load theory (Sweller, 2011)) pour expliquer les résultats et suggèrent que la dégradation des performances d'apprentissage peut être expliquée par une surcharge des processus cognitifs associée à une incohérence dans la communication de l'agent virtuel. Les auteurs rapportent en effet avoir attribué une voix humaine à l'agent virtuel.

La théorie de la charge cognitive. Cette théorie stipule que seul un nombre limité d'informations nouvelles peuvent être traitées par un individu à un instant donné et que le traitement de nouvelles informations est relativement consommateur en mémoire de travail lorsque ces informations sont incohérentes, incompatibles entre-elles ou sont présentées de manière asynchrones (Sweller, 2011).

D'autres équipes de recherche se sont également intéressées à l'influence des indices sociaux véhiculés par un agent virtuel sur les processus d'apprentissage humains. Liew *et al.* (2017) ont cherché à confronter la théorie de la charge cognitive dans un contexte d'interaction avec un agent virtuel pédagogique exprimant des comportements enthousiastes (*e.g.* ton de voix enthousiaste, sourires, mouvements de tête, expression verbale de l'enthousiasme). Contrairement à ce que prédit la théorie, les résultats de cette étude n'ont démontré aucune différence entre la présence et l'absence des indices sociaux chez le tuteur virtuel sur la charge cognitive des participants. En revanche, les chercheurs ont montré que la présence de ces indices sociaux apporte des bénéfices significatifs sur la motivation intrinsèque des participants, sur leurs perceptions affectives de l'agent et sur leurs performances d'apprentissage. En observant que l'effet bénéfique des comportements enthousiastes de l'agent virtuel est médié par les émotions positives du participant, les auteurs invoquent la théorie de la réponse émotionnelle (*i.e.* emotional response theory (Mottet et Beebe, 2002)) pour expliquer leurs résultats.

La théorie de la réponse émotionnelle. Cette théorie stipule que l'expérience d'émotions positives en réponse à l'expression d'émotions positives de la part d'un partenaire d'interaction, influence les comportements d'approche-évitement des individus et renforce leurs apprentissages, leurs processus affectifs et leur motivation (Mottet et Beebe, 2002).

Les résultats obtenus dans cette étude semblent suggérer que les processus sociocognitifs engagés dans les interactions humains-agents reposent plus probablement sur la théorie de la réponse émotionnelle que sur la théorie de la charge cognitive. D'une certaine manière, ces observations laissent également à penser que les comportements sociaux multimodaux délivrés par l'agent virtuel ne sont pas considérés comme des informations nouvelles, incohérentes ou asynchrones, mais plus probablement comme des informations sociales primaires, déjà connues (assimilées aux comportements sociaux humains) (Liew *et al.*, 2017). Dans cette veine, Prigent *et al.* (2018) ont confirmé l'existence d'un biais d'anticipation perceptive dans la reconnaissance de l'expression faciale de la douleur chez un agent virtuel. Cette observation suggère que l'expression faciale d'émotions chez l'agent virtuel réactive des représentations perceptives issues de perceptions antérieures avec des humains. Ces résultats sont encourageants et nous interrogent sur l'applicabilité de la théorie de la réponse sociale dans des contextes d'interaction humain-agent dont la fonction principale ne serait pas pédagogique, comme c'est le cas des agents virtuels professionnels.

Conclusion. La présence d'indices sociaux dans les interactions humain-agent semblent donc être à l'origine de processus socioperceptifs spécifiques et démontrent une influence sur l'attention et l'apprentissage des individus. De ces recherches découlent également des interrogations sur l'impact de l'expression multimodale des indices sociaux sur les processus cognitifs humains.

3.2.3 Modalités de communication

Dans une démarche de conception d'agents virtuels capables de mimer les comportements humains, de nombreux efforts ont été fournis dans la recherche d'une communication multimodale pour les ACAs, impliquant des comportements verbaux et non verbaux multiples (*e.g.* gestuelles, expressions faciales, mouvements de tête, prosodie et intonation de la voix, orientation du regard).

Dans cette perspective, les chercheurs se sont notamment intéressés à l'impact de la communication multimodale des ACAs sur les perceptions et les comportements des utilisateurs (une revue de la littérature avant 2010 est disponible dans Buisine (2007)). Les travaux de Buisine (2007) ont par exemple mis en évidence l'importance de la stratégie de communication multimodale, c'est à dire la manière dont les informations véhiculées au travers des comportements verbaux et non verbaux se complètent ou au contraire se répètent, sur les perceptions et les performances d'apprentissage des individus. Portée par un courant de recherche grandissant en IHM, l'informatique affective (*i.e.* affective computing (Picard, 1999)), de nombreuses études se sont également concentrées sur l'expression multimodale de comportements socioémotionnels chez les ACAs (Pelachaud, 2009).

La littérature rapporte ainsi un ensemble d'études s'intéressant à la combinaison de deux ou plusieurs comportements sociaux impliquant une communication verbale et/ou non verbale : Buisine *et al.* (2014) ont par exemple étudié la combinaison des mouvements corporels (gestuelles et mouvements posturaux confondus) et de l'expression faciale d'émotions d'un personnage virtuel sur la perception des utilisateurs. Les auteurs rapportent que les performances de reconnaissance faciale des émotions sont améliorées par la présence de mouvements corporels. De plus, l'intensité perçue de l'émotion faciale apparaît renforcée par la présence de mouvements corporels émotionnels, en adéquation avec l'émotion exprimée. Plus récemment, Treal *et al.* (2020) ont observé que l'expression faciale de douleur d'un personnage virtuel est perçue de manière plus intense et plus crédible lorsqu'elle s'accompagne de mouvements « idle » correspondant à de subtiles oscillations du buste.

Dans leur étude, Ruijten *et al.* (2016) soulignent également l'importance de la cohérence dans l'expression d'indices sociaux chez un agent virtuel et montrent qu'une combinaison cohérente d'indices sociaux verbaux et non-verbaux, en l'occurrence, une expression faciale de colère associée à un contact

visuel, ou une expression faciale de tristesse associée à une aversion du regard, améliore la capacité des participants à reconnaître les émotions de l'agent. Les agents exprimant des indices sociaux cohérents sont également perçus par les participants comme plus persuasifs. En outre, ces récentes observations s'inscrivent dans la continuité des travaux de Clavel *et al.* (2009) dans lesquels les auteurs ont montré d'une part, la contribution de la posture de l'agent dans la reconnaissance de l'émotion et d'autre part, l'importance de la cohérence entre expression faciale et posture.

Ces recherches mettent ainsi en exergue l'importance de la communication multimodale, verbale et non verbale des agents virtuels dans l'expression de comportements sociaux et leur reconnaissance par les utilisateurs. Ces travaux soulignent la nécessité d'intégrer une cohérence comportementale entre les différents indices sociaux exprimés par les agents virtuels. En complément de ce champ de littérature relatif à la communication multimodale, d'autres recherches se sont intéressées à un second aspect de la multimodalité et ont exploré l'impact du choix du canal de communication sur nos perceptions et nos comportements. Ainsi, Park (2015) s'est intéressé à l'influence de la multimodalité sur le processus d'apprentissage avec un agent virtuel pédagogique. L'auteur a étudié l'impact de différents canaux de communication verbale (*i.e.* narration avec une voix humaine, avec le texte à l'écran ou sans narration) et non verbale (*i.e.* incarné, non incarné) sur la charge cognitive des apprenants. Alors que la présence de l'incarnation ne montre aucun effet, le choix d'une communication verbale par narration avec une voix humaine est associé à une réduction de la charge cognitive, en comparaison des deux autres conditions de communication verbale.

Bien que l'influence d'indices sociaux dans la communication des agents virtuels soit particulièrement étudiée depuis deux décennies maintenant, il persiste dans la littérature un besoin accru d'explorer les effets de cette multimodalité de la communication sociale sur notre capacité à attribuer des facultés affec-

tives aux agents virtuels (Ruijten *et al.*, 2016). Aujourd’hui, le challenge que représente la communication sociale chez les agents virtuels – en comparaison de la communication orientée-tâche – porte d’une part sur les indices sociaux véhiculés au travers d’une communication verbale et/ou non-verbale et d’autre part, sur les canaux de communication sélectionnés pour assurer l’interaction. Autant la présence d’indices sociaux dans la communication verbale et non verbale de l’agent virtuel que le choix des différents canaux de communication à sa disposition ont montré un impact sur les perceptions et les comportements des utilisateurs. Nous soutenons ainsi que ces deux grands aspects de la communication multimodale nécessitent d’être étudiés de concert pour évaluer leur influence respective et combinée sur les processus socioperceptifs impliqués dans les interactions humain-agent.

3.2.4 Conclusion

Les interactions humain-agent sont le témoin d’un ensemble de processus cognitifs complexes comportant des similarités et des différences avec les interactions humaines. Il apparaît aujourd’hui primordial de mieux comprendre ces mécanismes afin d’en tirer profit pour concevoir des agents virtuels sociaux capables de s’adapter et de répondre à nos fonctionnements socioémotionnels.

La prochaine section propose une revue sélective de la littérature sur les agents virtuels sociaux.

3.3 Les agents virtuels sociaux

Les agents virtuels sont des systèmes artificiels autonomes, capables d'interagir avec nous en comprenant notre communication et en y répondant de manière appropriée (Pelachaud, 2009). Pour y parvenir, les agents virtuels sont développés selon des propriétés inspirées et adaptées aux fonctionnements humains.

Sous le terme générique « agents virtuels » se cache en réalité un ensemble de systèmes pouvant arborer des caractéristiques spécifiques et dont les fonctionnalités diffèrent. En outre, certains agents virtuels ne disposent pas d'animation et sont généralement regroupés sous le terme de « chatbot » ou « callbot » selon le mode de communication dont ils disposent : à l'écrit pour les chatbots et à l'oral pour les callbots. Bien que ces systèmes sont actuellement privilégiés sur le marché industriel, ils disposent d'une communication limitée à la communication verbale qui, à notre sens, ne permet pas de répondre complètement aux exigences du processus d'intimité.

Pour cette raison, nous nous concentrons particulièrement – bien que non exclusivement – sur la littérature relative aux ACAs, puisque ces agents virtuels ont la particularité d'être incarnés et animés. Ainsi, ils disposent d'une représentation et d'une apparence physique humanoïde (pour la plupart) ainsi que d'une communication multimodale impliquant des comportements verbaux et non-verbaux. Au travers du contenu verbal de leurs réponses mais également de leurs gestuelles, de leurs expressions faciales, de l'intonation dans leur voix et d'un ensemble d'autres indices non-verbaux, les ACAs sont capables de mimer l'expression d'émotions et sont capables d'adopter des comportements sociaux (Picard, 1999). Grâce à cette potentialité, les ACAs représentent des candidats pertinents pour étudier les interactions humain-agent tant par le prisme des sciences sociales et cognitives que par celui de l'informatique affective.

Depuis deux décennies, les recherches en IHM se sont portées sur le développement et l'étude d'agents virtuels disposant de compétences sociales pour leur permettre d'assurer des interactions satisfaisantes avec les utilisateurs. Effectivement, les chercheurs ont mis en évidence que les seules compétences métier – liées à la tâche – des agents virtuels sont insuffisantes pour assurer une relation-client satisfaisante auprès des utilisateurs et que les agents virtuels doivent également être en mesure de répondre à la dimension sociale de l'interaction (Verhagen *et al.*, 2014). La littérature comptabilise aujourd'hui de nombreux travaux portant sur les agents virtuels sociaux et leur implication dans des domaines d'application variés (*e.g.* l'éducation, la santé, le tourisme, la banque, le commerce etc...).

Dans cette section, nous présentons d'abord un éventail de travaux portant sur l'expression d'intimité chez les agents virtuels et la manière dont ils sont perçus par les utilisateurs. Puis nous proposons d'étayer cette revue de la littérature avec un ensemble d'autres travaux montrant des agents virtuels exprimant d'autres compétences sociales.

3.3.1 Agents virtuels intimes

Bien que le concept d'intimité n'ait reçu qu'un intérêt limité dans la communauté des agents virtuels sociaux, plusieurs travaux se sont intéressés à son expression et sa perception dans les interactions humain-agent (*e.g.* (Bickmore et Schulman, 2012; Burger *et al.*, 2016a)). Ces travaux se sont portés sur l'expression d'intimité verbale, non verbale ou bien un combinaison des deux et ont exploré leurs influences sur les perceptions humaines.

A) Comportements verbaux

Parce qu'il s'agit d'un comportement central dans le processus d'intimité (Reis *et al.*, 1988), mais également parce qu'il fait écho à d'autres compétences sociales comme le *rapport* (Tickle-Degnen et Rosenthal, 1990), le principe de

self-disclosure a suscité un engouement particulier dans la recherche relative aux agents virtuels sociaux. Plusieurs travaux ont ainsi mis en évidence que cette stratégie conversationnelle lorsqu'elle était employée par un agent virtuel permettait d'influencer les perceptions et les comportements des individus :

Déjà dans les années 2000, Moon (2000) montre qu'un agent conversationnel dont la tâche est d'interviewer un utilisateur et d'obtenir des informations personnelles à son sujet, est plus susceptible d'induire des self-disclosures chez les utilisateurs s'il fait lui-même preuve de self-disclosure et respecte une gradation du niveau d'intimité de ses questions (*i.e.* norme sociale). Dans une seconde étude, l'auteur montre que le phénomène de self-disclosure réciproque entre un agent et un consommateur potentiel, augmente l'intention d'achat d'un produit.

Dans le cadre d'une application de suivi d'enfants diabétiques, Burger *et al.* (2016b) ont développé un compagnon virtuel capable de self-disclosure. Bien que leurs résultats restent mitigés puisqu'ils n'ont globalement pas réussi à mettre en évidence de lien entre le comportement social de l'agent virtuel et celui des enfants, les résultats de cette étude ont tout de même montré que les enfants exprimant le plus de self-disclosures envers l'agent sont également ceux qui utilisent le plus sérieusement l'application de suivi du diabète. Aussi, en s'appuyant sur leur échelle de mesure du degré d'intimité d'une self-disclosure dans l'interaction enfant-agent (Burger *et al.*, 2016a), les auteurs de l'étude ont rapporté que les self-disclosures peu intimes de l'agent virtuel sont plus susceptibles de générer un comportement social de la part des enfants que les self-disclosures très intimes.

Bickmore *et al.* (2009) ont développé un agent conversationnel de soutien à l'exercice physique et ont montré dans une étude longitudinale, que les participants apprécient davantage leurs interactions avec l'agent et vont plus souvent au bout de celles-ci lorsque l'agent virtuel raconte des histoires qui le concernent plutôt que des histoires qui concernent une tierce personne. Pour

autant, l'agent virtuel racontant ses propres histoires n'est pas jugé plus malhonnête que son homologue. La même équipe de recherche a également proposé un modèle computationnel permettant d'entretenir une relation humain-agent (Bickmore et Schulman, 2012). Cet algorithme permet à un agent virtuel coach en santé d'adapter automatiquement ses stratégies de self-disclosure au niveau d'intimité désiré par l'utilisateur.

La communication sociale chez l'être-humain est multimodale et fait également intervenir des comportements non-verbaux. Pour ces raisons, la recherche académique s'est naturellement portée sur la conception et l'évaluation d'agents virtuels disposant de comportements sociaux verbaux et non-verbaux.

B) Comportements verbaux et non-verbaux

La cohérence de l'expression multimodale des comportements sociaux chez les agents virtuels a été abordée dans plusieurs travaux de recherche. Comme nous l'évoquions précédemment, Clavel *et al.* (2009) ont notamment montré que la cohérence entre expressions faciales et posturales chez un agent virtuel influence l'émotion perçue par les utilisateurs.

La perception de l'intimité est également sensible à la cohérence comportementale des ACAs. En s'inspirant de la combinaison de comportements observés dans un corpus de vidéos d'interactions humaines, Kang *et al.* (2012) ont proposé une étude dans laquelle des participants doivent associer une self-disclosure d'intensité variable à un agent virtuel en fonction des comportements non-verbaux qu'il exprime. Les résultats de cette étude montrent que les participants ont plutôt tendance à associer un agent virtuel exprimant des inclinaisons de tête, des pauses et une aversion du regard avec une self-disclosure très intime, alors qu'un agent virtuel exprimant des hochements de tête et des contacts visuels est plus facilement associé à une self-disclosure peu intime.

Dans une démarche similaire centrée sur les perceptions humaines, Ochs *et al.* (2014) ont proposé à des participants de modifier certaines caractéris-

tiques de l'animation d'un ACA, notamment son regard, l'orientation et les mouvements de sa tête, ainsi que ses gestuelles et ses expressions faciales, afin que son comportement non-verbal corresponde à un type d'attitude sociale. En s'appuyant sur le système GRETA (Poggi *et al.*, 2005), ce corpus de données a notamment permis à l'équipe de recherche de développer un modèle d'ACA capable de sélectionner automatiquement les comportements non-verbaux correspondant à l'attitude sociale attribuée à l'ACA (Ravenet *et al.*, 2013).

Conclusion. Les comportements sociaux verbaux et non-verbaux des agents virtuels et leur impact sur les perceptions humaines ont été exploré dans un bon nombre d'études. Dans cette littérature, le processus de self-disclosure a reçu une attention toute particulière, notamment parce qu'il est reconnu comme un processus central dans le concept d'intimité interpersonnelle mais également parce qu'il est associé à des compétences sociales connexes, comme le rapport, le niveau de connexion ou de relation (*i.e.* relatedness) entre deux personnes. Contrairement à la self-disclosure, les autres comportements verbaux associés à l'expression d'intimité dans la littérature ont en revanche reçu une attention beaucoup plus limitée et nous pensons qu'il est nécessaire de considérer dans leur ensemble les comportements intimes pour appréhender le phénomène dans son intégralité. Dans cette perspective, il nous paraît également indispensable de concilier l'expression des comportements verbaux et non-verbaux intimes chez les ACAs pour explorer, avec une approche centrée-utilisateur, les perceptions sociales des individus à l'égard des ACAs. Pour être les plus fidèles possibles, les perceptions utilisateurs doivent donc être étudiées en situations réelles d'interaction afin de retranscrire toutes les spécificités des interactions humain-agent et les processus socioperceptifs qui les supportent.

3.3.2 Agents virtuels aux nombreuses compétences

La littérature sur les agents virtuels sociaux compte également de nombreux travaux sur des compétences sociales connexes, tel que *le rapport* ((Krämer *et al.*, 2018; Swartout *et al.*, 2006; Zhao *et al.*, 2014), *l'enthousiasme* ((Liew *et al.*, 2017)), *la confiance* ((Bickmore et Cassell, 2001)) ou encore *l'empathie* ((Lisetti *et al.*, 2013)). Dans la communauté scientifique travaillant sur les ACAs, *le rapport* est considéré comme « le sentiment de connexion et de proximité avec autrui » (Zhao *et al.*, 2014). Le rapport est une caractéristique fondamentale pour la qualité des interactions humain-agent et promeut des relations chaleureuses. *L'enthousiasme* a été particulièrement étudié dans la psychologie éducative comme un style d'enseignement motivant (*i.e. comportements enthousiastes*) ainsi que comme une expérience subjective d'enseignement (*i.e. expérience enthousiaste*) (Kunter *et al.*, 2011). *La confiance* se rapporte quant-à-elle au fait de se croire mutuellement, de se sentir préservé du jugement de l'autre et de croire que les actions d'autrui sont en accord avec nos propres schémas d'action (Bickmore et Cassell, 2001). Pour finir, *l'empathie* est un concept complexe qui fait généralement référence à (1) composante cognitive associée au raisonnement sur l'expérience émotionnelle d'autrui (Hojat, 2007), (2) une composante affective associée à l'expression d'affects en réponse aux émotions d'autrui (Okun *et al.*, 2000) et (3) une composante de régulation impliquant la perception du soi et d'autrui (Decety et Jackson, 2004).

Au regard de leurs conceptualisations fondamentales, des processus socio-perceptifs qu'elles engagent et de leur expression comportementale, le rapport, l'enthousiasme, la confiance ou l'empathie sont autant de compétences sociales qui, d'une certaine manière, se recoupent avec le concept d'intimité et dont les recherches ont tout intérêt à s'enrichir mutuellement. L'éventail d'études s'intéressant à la promotion de compétences sociales connexes à l'intimité représente un soutien de taille dans l'exploration de notre problématique de recherche autour d'un ACA intime capable de satisfaire la relation-client.

Certaines recherches se sont intéressées à l'émergence du rapport dans les interactions humain-agent : SARA (*i.e.* Socially Aware Robot Assistant) est un assistant virtuel développé pour renforcer la proximité relationnelle avec l'utilisateur (Matsuyama *et al.*, 2016). Il est capable d'adapter son comportement verbal et non-verbal en fonction du degré de *rappport* qu'il perçoit chez l'utilisateur. SARA peut ainsi exprimer différentes stratégies de communication telles que des self-disclosures ou des références à des expériences communes. Ces comportements verbaux sont associés, grâce à un générateur d'animations *i.e.* BEAT (Cassell *et al.*, 2004), à des comportements non-verbaux impliquant la voix, des gestes, des mouvements de têtes, des expressions faciales et des regards. Une première évaluation de l'agent virtuel en situation réelle d'accompagnement auprès de conférenciers a été conduite par l'équipe de recherche mais n'a pas montré de résultats concluants sur les performances de l'agent en termes de recommandations, ni sur sa capacité à renforcer la dimension sociale de la relation (Pecune *et al.*, 2018). Bien que ces travaux s'inscrivent dans la continuité des travaux de Zhao *et al.* (2014) sur le *rappport*, les comportements verbaux et non-verbaux implémentés chez l'agent sont également reconnus pour véhiculer de l'intimité.

D'autres travaux ont également mis en évidence l'importance de la contingence comportementale, c'est à dire l'expression adéquate et synchronisée des comportements non verbaux, d'un locuteur pour l'émergence du rapport : les participants rapportent une perception du rapport plus importante lorsqu'ils interagissent avec un agent qui exprime des feedbacks comportementaux positifs (*i.e.* mouvement de tête et changement de posture) et synchronisés, en réponse à leur propre comportement (Gratch *et al.*, 2007), comparativement à un agent exprimant les mêmes comportements de manière asynchrone. Les auteurs soulignent que dans cette étude, l'agent virtuel social est capable d'induire une perception du rapport équivalente à celle induite par un partenaire humain.

D'autres travaux se sont concentrés sur le développement d'agents virtuels empathiques. Dans le but de favoriser un environnement d'interview médicale confortable et sécurisant pour que les patients délivrent plus facilement des informations personnelles et privées importantes pour leur suivi médical, l'agent virtuel SimSensei est sensible aux comportements non verbaux du patient et exprime des comportements empathiques en réponse (DeVault *et al.*, 2014). En comparaison d'un agent non empathique, Simsei offre des résultats prometteurs en ce qui concerne la volonté des patients à se livrer, la satisfaction générale et le sentiment de rapport.

En s'appuyant sur le même système d'agent SimSensei, Lucas *et al.* (2014) se sont intéressés aux comportements de self-disclosure des patients en fonction de la nature de leur interlocuteur. Les participants ont été respectivement confrontés à un agent virtuel autonome ou contrôlé par un humain. Dans les deux cas, l'agent virtuel dispose de compétences sociales et manifeste une écoute active empathique grâce à des comportements verbaux empathiques en réponses aux informations délivrées par le patient ainsi que des mouvements de tête et des expressions faciales. La croyance des participants sur la nature de l'interviewer a également été manipulée et quel que soit le système réel avec lequel ils interagissent, les participants pensent interagir soit avec un système autonome soit avec un avatar sous le contrôle d'un humain. Les résultats de cette étude ont montré que lorsque les participants pensent interagir avec un ACA, leur niveau de résistance à la self-disclosure – phénomène bien connu dans les interviews médicales – ainsi que leur sentiment d'être contrôlés sont significativement réduits. Ainsi, cette étude suggère que les patients pourraient être plus enclins à délivrer des informations personnelles ou privées et à faire spontanément preuve de self-disclosure envers un ACA qu'envers un humains (*e.g.* spécialistes, anesthésistes, infirmier(e)s). D'après les auteurs, cette étude est la première à montrer le bénéfice d'un ACA, comparativement à un humain, dans le domaine des interviews médicales et ouvrent la voix sur les bénéfices

des agents virtuels dans d'autres fonctions de la santé et d'autres champs d'application.

Toujours dans une démarche de conception d'agent empathique, certaines études se sont penchées sur l'impact des comportements sociaux d'un agent virtuel sur la poursuite d'interactions orientées vers un but et sur le changement de comportement des utilisateurs en réponse : l'agent virtuel à la demande ODVIC (*i.e.* On-Demand Virtual Counselor) a été développé dans un contexte de changement de comportements, pour encourager les personnes qui le souhaitent à changer leurs habitudes de consommation d'alcool vers une consommation plus raisonnée (Lisetti *et al.*, 2013). Dans une démarche empathique, l'agent virtuel adapte sa communication verbale (*i.e.* réponses réflexives empathiques) et non-verbale (*i.e.* expressions faciales et mouvement de tête) aux comportements de l'utilisateur. Une étude perceptive a été conduite et implique une version incarnée et non-incarnée de l'agent empathique ainsi qu'une agent non empathique. Globalement, les participants montrent une réduction effective de leur consommation d'alcool et une attitude positive à l'égard de l'agent empathique. Les résultats de cette étude mettent également en évidence un apport significatif de l'incarnation de l'agent empathique, comparativement à sa version non incarnée.

Dans la même trajectoire, le modèle d'agent relationnel de Bickmore et Cassell (2001) a été implémenté avec des comportements empathiques et des comportements de self-disclosure pour accompagner le changement d'habitudes de patients en faveur de la pratique d'une activité physique plus régulière (Bickmore *et al.*, 2005). Après un mois d'utilisation quasi-quotidienne du système, les patients démontrent une volonté accrue de poursuivre l'accompagnement en santé avec l'agent virtuel relationnel, comparativement aux patients ayant suivi le programme avec un agent non-relationnel.

3.3.3 Conclusion

La littérature sur les agents virtuels sociaux regroupe donc un vaste nombre de travaux s'appuyant sur des concepts sociaux connexes à l'intimité relativement variés et impliquant des comportements multimodaux tout aussi variés. Ces travaux sont particulièrement pertinents pour notre problématique de recherche puisqu'ils apportent un éclairage sur la manière dont les êtres humains perçoivent et réagissent à des comportements sociaux étroitement liés aux concept d'intimité (*e.g* self-disclosure, regards, expressions faciales). Effectivement, nous sommes persuadés qu'une meilleure compréhension des mécanismes supportant les interactions humain-agent ne pourra être obtenue qu'en questionnant les perceptions et les ressentis des utilisateurs vis-à-vis d'un ACA dont la communication multimodale lui permet d'exprimer un ensemble de signaux sociaux.

En s'intéressant notamment à la satisfaction des utilisateurs et à leurs comportements d'usage vis-à-vis des ACAs, la communauté des agents virtuels s'interroge sur l'adoption de ces systèmes (*e.g.* (Bickmore *et al.*, 2005)). Toutefois, ces questions sont généralement appréhendées par le prisme de l'informatique affective et ne profitent pas des connaissances et concepts clefs issus du domaine de l'adoption des technologies en ergonomie et en psychoergonomie. Réciproquement, les interactions humain-ACA constituent un cadre singulier en IHM et les avancées dans ce domaine pourraient apporter un éclairage nouveau sur les modèles relatifs à l'adoption des technologies. Le troisième chapitre de notre état de l'art a donc vocation à faire le lien entre les travaux de la communauté des agents virtuels sociaux et les recherches issues du domaine de l'ergonomie, dans le but de promouvoir une approche pluridisciplinaire de la problématique d'adoption dont souffrent les agents virtuels (Mimoun *et al.*, 2012).

Ce qu'il faut retenir. Les agents virtuels ont longtemps bénéficié d'innovations en termes de compétences « métier » et aujourd'hui les chercheurs mettent l'accent sur la nécessité de développer leurs compétences sociales pour satisfaire les utilisateurs. Dans cette perspective centrée sur la dimension sociale de l'interaction, les agents virtuels ne sont alors plus être appréhendés comme des média de l'interaction, mais comme des acteurs sociaux et partenaires potentiels de l'interaction. Leur capacité de communication sociale au travers de comportements verbaux et non verbaux génère un sentiment de présence sociale chez les utilisateurs qui réagissent et se comportent de manière sociale en retour. L'existence de corrélats neuronaux confirme d'ailleurs l'impact des agents virtuels sur les processus affectifs humains. La présence sociale apparaît alors comme un témoin approprié de la dimension socioémotionnelle des interactions humain-agent virtuel. Ce concept clef fait écho au concept d'intimité auquel il est étroitement lié : l'intimité apparaît comme une condition indispensable et un sous-dimension de la présence sociale. La capacité des agents virtuels à initier de l'intimité dans leurs interactions pourrait ainsi être un facteur déterminant pour être reconnu comme des acteurs sociaux et des partenaires d'interactions satisfaisants pour les utilisateurs.

Au delà d'influencer les perceptions sociales des individus, la présence d'indices sociaux dans la communication des agents virtuels influence les mécanismes d'action des individus et pourrait améliorer leurs performances attentionnelles et d'apprentissage en environnement virtuel : la théorie de la réponse émotionnelle est avancée pour expliquer ce phénomène. La multitude des indices sociaux véhiculés par l'agent virtuel et le mode de communication au travers duquel ils sont exprimés ont également démontré un impact sur les processus cognitifs de l'être-humain. Le choix des différents aspects de la communication des agents virtuels est donc déterminante pour l'interaction et influence les performances et les ressentis des utilisateurs.

Aujourd'hui, la littérature compte de nombreux modèles d'agents virtuels exprimant des comportements multimodaux sociaux. Bien que peu de travaux se soient spécifiquement intéressés à l'expression et la perception d'intimité, d'autres compétences sociales connexes (*i.e.* rapport, empathie, confiance, enthousiasme) ont été étudiées et éclairent la perception humaine des agents virtuels sociaux. Certains de ces travaux ont également interrogé l'adoption de ces agents, en questionnant notamment la satisfaction et les intentions d'usage des utilisateurs. La problématique d'adoption des agents virtuels sociaux mériterait également d'être appréhendée par le prisme de l'ergonomie et de la psychoergonomie des systèmes qui propose des concepts clefs pour la compréhension du phénomène. Réciproquement, les avancées dans le domaine des agents virtuels sociaux pourraient apporter un éclairage nouveau sur les modèles actuels d'adoption des technologies.

Chapitre 4

Interactions humain-agent : une relation d'avenir ?

Dans le chapitre précédente nous avons souligné l'importance de la dimension sociale et émotionnelle des agents virtuels pour être considérés comme de véritables partenaires sociaux par les utilisateurs. De cet enjeu est né l'informatique affective et l'ensemble des modèles d'agents virtuels sociaux que compte aujourd'hui la littérature. S'il on se rapporte à l'évolution en parallèle des agents virtuels dans le monde industriel et dans le monde académique, on relève que les enjeux sont globalement les mêmes et convergent vers la création d'agents virtuels capables d'interagir naturellement avec les êtres-humains et de satisfaire les utilisateurs. Pourtant, Courgeon *et al.* (2011) rapporte que « l'une des limitations majeures des ACA actuels grand public (présents sur le web par exemple) est qu'ils ignorent généralement une caractéristique fondamentale de la communication humaine : l'émotion ».

En parallèle, ces mêmes agents virtuels grand public sont confrontés à une problématique d'adoption de la part des utilisateurs qui, s'ils ne refusent pas catégoriquement de les utiliser, s'en lassent rapidement et rapportent souvent une expérience décevante. Une étude menée par Orange Lab entre 2007 et 2009 a montré qu'en l'espace de seulement 2 ans, 60% des ACAs disponibles sur des

sites web marchants ont disparus (Mimoun *et al.*, 2012). Plus récemment, Luger et Sellen (2016) a fait état d'un immense fossé entre les attentes des utilisateurs, en termes de croyance sur l'intelligence et les capacités des agents virtuels et leur opérationnalisation effective. Bien que cette étude se base sur l'interview de participants utilisant préférentiellement des agents conversationnels (non incarnés), celle-ci rend compte de la problématique plus générale d'adoption des agents virtuels.

A nos yeux, deux interrogations majeures émergent de ce constat : la dimension socioémotionnelle de l'interaction humain-agent est-elle déterminante pour l'expérience des utilisateurs et l'adoption du système ? Les modèles théoriques autour de l'expérience des utilisateurs et l'adoption des systèmes reflètent-ils la dimension socioémotionnelle des interactions humain-agent ?

Ce troisième chapitre de notre revue bibliographique a pour objectif d'aborder ces grands questionnements par le prisme de la psychoergonomie et de l'ergonomie des systèmes. Dans la première section de chapitre, nous proposons de rappeler les grands concepts qui nourrissent le champs de recherche sur l'adoption des technologies puis dans la deuxième section, nous nous concentrons particulièrement sur la notion d'expérience utilisateur. Dans la troisième section, nous interrogeons la place de la dimension socioémotionnelle des IHM et comment celle-ci est intégrée dans les modèles théoriques de l'expérience utilisateur. Enfin, nous proposons une revue sélective d'études s'intéressant à l'expérience utilisateur ou l'une de ses dimensions, en situation d'interaction humain-agent virtuel.

4.1 Adoption des technologies : utilisabilité et acceptabilité

L'IHM s'articule autour de quatre entités constitutives *i.e.* l'utilisateur, le système, la tâche et l'environnement, qui interagissent de manière systémique. A travers cette revue de la littérature des IHM du point de vue de l'adoption des technologies, nous verrons comment l'utilisateur tient une place centrale dans ce super-système. Cette approche de la technologie « centrée-utilisateur » a pour objectif de proposer des systèmes qui répondent aux critères fixés par les contraintes psychosociales et cognitives des utilisateurs, par les propriétés instrumentales des systèmes ainsi que par les restrictions imposées par l'environnement et la tâche. Le but final de cette démarche est naturellement de proposer des systèmes qui répondent à toutes ces dimensions de l'interaction et qui soient acceptables pour les utilisateurs et acceptés dans leurs habitudes d'usage.

Pour répondre à cet objectif, plusieurs concepts permettant de décrire et d'évaluer la capacité d'un système à être accepté des utilisateurs en répondant à leurs attentes et leurs besoins ont été décrits dans la littérature. Nous nous sommes ainsi intéressés aux concepts d'utilisabilité et d'acceptabilité.

4.1.1 Utilisabilité des systèmes

L'utilisabilité est un concept qui accompagne depuis plusieurs décennies la recherche en ergonomie relative à l'adoption des technologies et qui fait le lien entre les quatre entités constitutives de l'IHM, c'est à dire l'utilisateur, le système, l'environnement et la tâche. Plusieurs définitions de l'utilisabilité ont été proposées dans la littérature et dans une revue bibliographique parue en 2010, Dubey et Rana (2010) rapportent pas moins de 37 définitions formelles de l'utilisabilité faisant référence à 22 catégories d'attributs différents permettant de définir l'utilisabilité. Parmi les plus fréquemment retrouvés dans les

4.1. ADOPTION DES TECHNOLOGIES : UTILISABILITÉ ET ACCEPTABILITÉ

définitions se trouvent l'efficacité, l'efficience, la flexibilité, la facilité d'apprentissage ou encore la satisfaction des besoins. Encore aujourd'hui, la définition de l'utilisabilité ne fait pas consensus (Barcenilla et Bastien, 2009).

Généralement, celle-ci est définie comme « la capacité (d'un système) en termes fonctionnels humains, à permettre une utilisation facile et effective par une catégorie spécifique d'utilisateurs, avec une formation et un support d'aide adapté, pour accomplir une catégorie donnée de tâches, à l'intérieur d'une catégorie particulière de contextes » (Shackel, 1991). C'est d'ailleurs cette définition de l'utilisabilité qui a été retenue et dont s'inspire la norme ISO9241-11. Présentée dans la Figure 4.1, le cadre théorique de l'utilisabilité est reconnu comme le « degré selon lequel un produit peut être utilisé, par des utilisateurs identifiés, pour atteindre des buts définis avec efficacité, efficience et satisfaction, dans un contexte d'utilisation spécifié » (ISO9241-11, 1998).

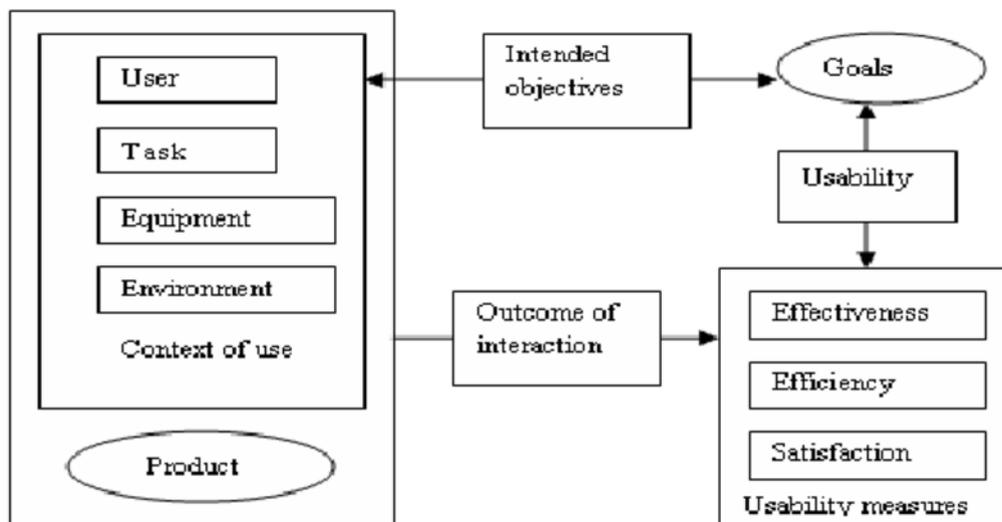


FIGURE 4.1 – Cadre théorique du modèle d'utilisabilité de la norme ISO 9126 (1991) et ISO 9241-11 (1998).

En parallèle, Nielsen (1994) propose quant à lui que l'utilisabilité se compose de 5 dimensions, incluant les 3 dimensions d'efficacité, d'efficience et de satisfaction suggérées par Shackel (1991), ainsi qu'une dimension de facilité d'apprentissage et de facilité d'appropriation.

L'utilisabilité d'un système fait également référence selon Jordan (1999) à la manière dont celui-ci répond aux besoins des utilisateurs. L'usage du produit a ainsi pour objectif de satisfaire un ou plusieurs besoins dont l'assouvissement est source de plaisir. Selon l'auteur, il existe 3 groupes de besoins chez les utilisateurs qui sont associés à la recherche de fonctionnalité, d'utilisabilité ou de plaisir. Il distingue également 4 formes de plaisir qui sont dérivées des besoins humains, *i.e* le besoin physique ou sensoriel, le besoin psychologique et la représentation du soi, ainsi que les besoins sociaux et idéologiques. Le degré d'utilisabilité d'un produit est ainsi fonction du niveau de satisfaction de ces besoins et conditionne, par conséquent, l'usage du produit.

Conclusion. L'utilisabilité se concentre principalement sur les notions d'efficacité, d'efficience et de satisfaction, bien que ce concept ait été amené à évoluer au cours de l'histoire de l'adoption des technologies. L'utilisabilité rend principalement compte des qualités instrumentales du système et intègre finalement peu les aspects de l'interaction liés à l'utilisateur et à ses fonctionnements internes, autrement qu'à travers la satisfaction des besoins. L'utilisabilité éclipse l'aspect émotionnel et social dont les interactions utilisateurs-interfaces sont imprégnées. L'utilisabilité ne rapporte donc qu'une fraction du phénomène d'interaction humain-machine et reste insuffisante pour expliquer le processus d'acceptation des technologies. A ce sujet, Dillon (2001) rappelle que « bien que la capacité à utiliser une technologie est évidemment nécessaire, elle n'est pas suffisante pour assurer son acceptabilité et de nombreuses technologies manifestement utilisables ne sont jamais acceptées par les utilisateurs cibles ».

Progressivement, les recherches en ergonomie des systèmes se sont tournées vers une approche « centrée-utilisateur » qui intègre les dimensions de l'IHM de manière plus complète et ciblée, pour permettre une meilleure explication et une meilleure prédiction de la qualité des interactions humain-machine et de leur acceptation par les utilisateurs.

4.1.2 Acceptabilité des systèmes

L'acceptabilité, la capacité à être acceptable, est considérée comme un pré-requis à l'adoption de nouvelles technologies, tant dans le domaine industriel que pour les produits du quotidien. L'acceptabilité assure la compatibilité entre l'utilisateur et les caractéristiques du produit afin d'en faciliter l'utilisation (Mollard et Wolff, 2014). Ainsi, le concept d'acceptabilité permet de définir dans quelle mesure un système est considéré comme suffisamment « bon » pour répondre aux besoins et aux attentes des utilisateurs (Nielsen, 1994). D'après l'auteur, l'acceptabilité peut se décomposer en une branche d'acceptabilité pratique, qui est sensiblement similaire au concept d'utilisabilité et une branche d'acceptabilité sociale (Figure 4.2). L'acceptabilité sociale fait, dans ce modèle, référence à l'ensemble des représentations de l'utilisateur à l'égard du système. Ces représentations se rapportent généralement à des valeurs sociales, culturelles ou esthétiques et influencent les comportements d'usages des individus. Par exemple, un utilisateur sera plus à même de s'approprier un dispositif véhiculant des valeurs sociales en adéquation avec ses propres valeurs.

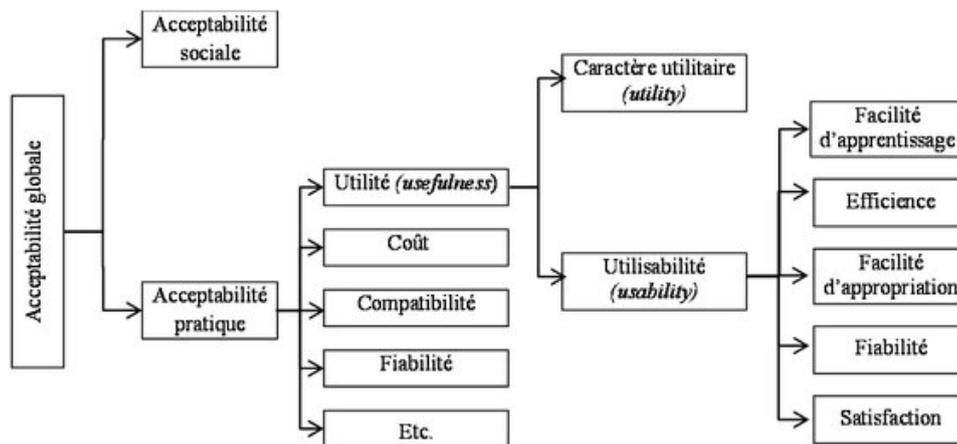


FIGURE 4.2 – Cadre théorique du modèle d'acceptabilité de Nielsen (1994)

Ce modèle intègre le comportement et l'attitude des utilisateurs au travers du concept de *satisfaction*. La satisfaction est considérée comme la composante émotionnelle de l'acceptabilité et traduit le degré « d'agrément » avec

lequel l'individu utilise le système pour effectuer une tâche. Contrairement à l'utilisabilité qui se concentre principalement sur les fonctionnalités techniques du système, l'acceptabilité est supposée rendre à la fois compte des propriétés instrumentales et sociales du système, ainsi que de sa composante émotionnelle (Nielsen, 1994).

D'autres modèles de l'acceptabilité, comme le modèle TAM (Figure 4.3), se sont plutôt focalisés sur *l'intention d'usage* des utilisateurs (Davis *et al.*, 1989; Davis, 1989). Ce modèle propose ainsi que l'intention d'usage des utilisateurs est un déterminant de l'acceptation du système et est influencée par l'utilité perçue du produit ainsi que sa facilité d'utilisation. L'utilité perçue correspond « au degré avec lequel une personne pense que l'utilisation d'un système améliore sa performance » et la facilité d'utilisation se rapporte au « degré avec lequel la personne pense que l'utilisation du système ne nécessite pas d'effort ».

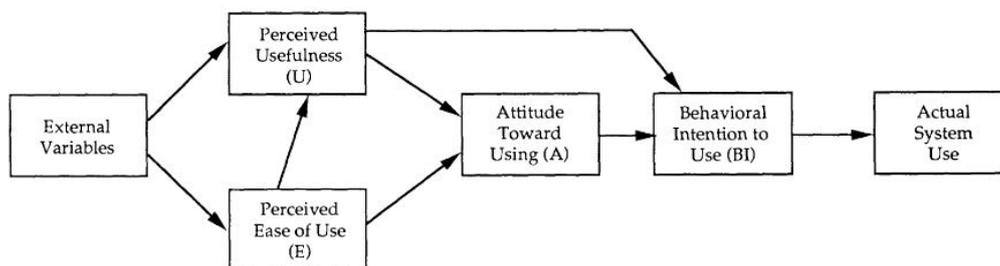


FIGURE 4.3 – Cadre théorique du modèle d'acceptabilité TAM de Davis (1989)

Toujours centrés sur l'intention d'usage des utilisateurs et dans la continuité du modèle TAM, Venkatesh *et al.* (2003) développent la Théorie Unifiée de l'Acceptation et de l'Usage Technologique (UTAUT) afin de remédier au manque d'ancrage du modèle TAM. Ce modèle intègre la notion d'influence sociale et rend compte du contexte organisationnel à travers ce que les auteurs appellent les conditions facilitatrices (Figure 4.4).

L'acceptabilité est également considérée comme le « degré » d'intégration et d'appropriation d'un objet dans un contexte d'usage : « l'intégration corres-

4.1. ADOPTION DES TECHNOLOGIES : UTILISABILITÉ ET ACCEPTABILITÉ

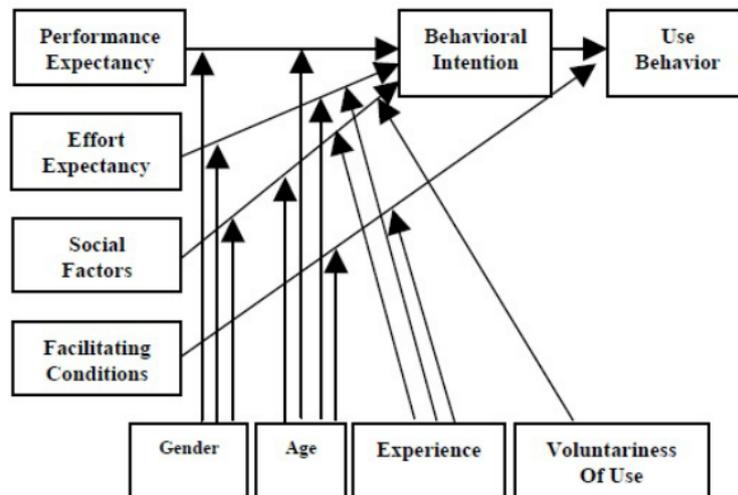


FIGURE 4.4 – Cadre théorique du modèle d'acceptabilité UTAUT de Venkatesh et. al (2003)

pond à la manière dont le produit s'insère dans la chaîne instrumentale existante et dans les activités de l'utilisateur et comment il contribue à transformer ces activités » alors que « l'appropriation renvoie à la façon dont l'individu investit personnellement l'objet ou le système et dans quelle mesure celui-ci est en adéquation avec ses valeurs personnelles et culturelles, lui donnant envie d'agir sur ou avec celui-ci et pas seulement de subir son usage » (Barcenilla et Bastien, 2009). Les auteurs relèvent que la notion d'acceptabilité fait principalement référence à une acceptation à priori du système et souffre donc d'un manque de considération de la dimension temporelle de l'activité. Ainsi, « le degré d'acceptabilité d'un produit, sa perception subjective, les problèmes liés à l'usage varient en fonction des différents moments de la confrontation du sujet avec l'objet et de l'expérience et la connaissance que l'individu possède de celui-ci : première impression, premier usage, usage sporadique, usage quotidien » (Barcenilla et Bastien, 2009). Effectivement, le degré d'appropriation d'un système, fonction de son acceptabilité, peut être dynamique : l'utilisateur s'approprie une technologie en l'adoptant et l'intégrant à son activité, d'une manière qui lui est propre et qui n'a pas nécessairement été imaginée de

prime abord. Pour avoir une vision complète de l'usage d'un système, celui-ci doit être évalué à différentes périodes de l'utilisation (Dourish, 2003). Dans cette démarche d'appréhension du facteur temporel dans la conceptualisation de l'acceptabilité, Bobillier-Chaumon et Dubois (2009) proposent un modèle « d'acceptation située » qui questionne l'acceptation du produit en situation d'usage effectif et dans le temps. Les auteurs décrivent un modèle en 5 dimensions : la dimension inter-individuelle *i.e.* coûts cognitifs et émotionnels, la dimension intra-individuelle *i.e.* reconfiguration sur le collectif, la dimension méta-individuelle *i.e.* incidences socio-organisationnelle, la dimension transpersonnelle *i.e.* influence sur l'identité de l'individu et la dimension impersonnelle *i.e.* qualités instrumentales.

Conclusion. Contrairement à l'utilisabilité qui rend principalement compte des qualités instrumentales du système, l'acceptabilité intègre également l'environnement social et organisationnel dans lequel s'insère l'usage du dispositif. Aussi, l'acceptabilité rend compte des comportements, attitudes et ressentis des utilisateurs, notamment à travers la satisfaction ou les intentions d'usage, selon les modèles. Pour répondre à la problématique d'acceptation des systèmes dans le processus de conception et avec l'usage, plusieurs modèles théoriques ont été proposés. Ces modèles peuvent être requis à différentes étapes du processus (*i.e.* avant, pendant, après l'usage), ont été développés pour répondre à des contextes d'usages parfois spécifiques et sont associés à des outils d'évaluation dédiés.

4.1.3 Intimité et adoption de la technologie

Inspirés des relations humaines, plusieurs travaux de la littérature en ergonomie ont interrogé le rôle de l'intimité dans les processus d'acceptation des produits et des systèmes.

En s'intéressant aux comportements et intentions d'usage des utilisateurs de sites de réseaux sociaux, Al-Ghaith (2015) a proposé que l'intimité représente un antécédent de l'attitude de l'utilisateur vis-à-vis du site web et qu'au côté d'autres facteurs, *i.e* immédiateté, coprésence, facilité d'utilisation et amusement perçu, elle contribue à l'intention d'usage et aux comportements des utilisateurs.

Dans une étude empirique concernant l'utilisation du robot d'entretien iRobot de Roomba, Sung *et al.* (2007) ont souligné la faculté des participants à construire une relation intime avec leur robot ménager. Certains participants expriment un plaisir particulier à voir le robot nettoyer leur intérieur et opèrent des changements dans leur comportement et dans leur ressenti (*e.g.* réorganiser la maison pour faciliter le travail du robot, le prendre en vacances, l'observer travailler, s'inquiéter qu'il puisse se cogner ou se coincer, le baptiser). Les auteurs de l'étude ont également relevé d'une part, une volonté des participants à continuer d'utiliser leur robot et d'autre part, à conseiller ce robot à leur entourage. La formation d'une relation intime avec l'objet pourrait ainsi contribuer à ce que cet objet soit accepté et intégré dans les routines quotidiennes des utilisateurs (Sung *et al.*, 2007).

L'importance de l'intimité a également été appuyée dans le contexte de la relation de service. Comme le rappellent Lee et Kwon (2011), « les facteurs affectifs tels que la familiarité et l'intimité sont reconnus comme essentiels pour renforcer les relations humaines dans les comportements de consommation. Si les relations entre les consommateurs et les services en ligne se développent grâce à des usages répétés, alors nous pouvons faire l'hypothèse que les facteurs affectifs et cognitifs contribuent à expliquer les comportements de poursuite de

l'usage des consommateurs vis-à-vis des services en ligne ». Sur la base de ce postulat, les auteurs ont proposé et vérifié un modèle d'acceptation de la technologie, basé sur la confirmation des attentes des utilisateurs et permettant d'expliquer la poursuite de l'usage chez les consommateurs de services en ligne.

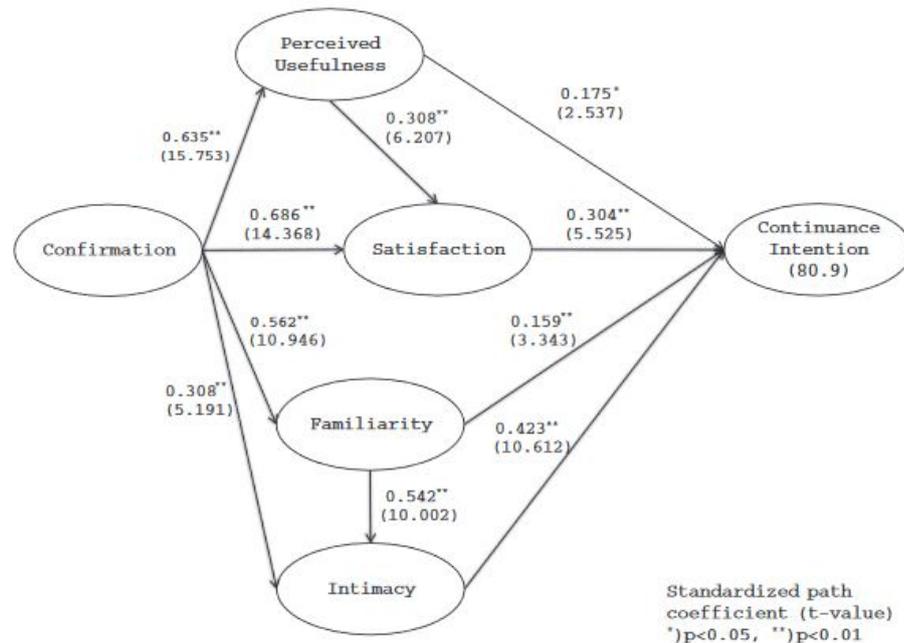


FIGURE 4.5 – Cadre théorique d'une version étendue du modèle ECM, d'après Zhang et Li (2005) dans lequel les indices correspondent aux coefficients standardisés rapportant un effet de médiation.

Présenté dans la Figure 4.5, le modèle stipule que la poursuite de l'usage d'un service en ligne est expliquée par la confirmation des attentes de l'utilisateur. Cette confirmation des attentes y apparaît médié par des facteurs cognitifs (*e.g* l'utilité perçue, la satisfaction) et des facteurs affectifs (*e.g* l'intimité, la familiarité). Dans ce modèle, l'intimité est représenté comme un facteur affectif puissant et un meilleur prédicteur de la poursuite de l'usage que certains facteurs cognitifs comme l'utilité perçue.

Centrés principalement sur des systèmes de communication interactifs, d'autres travaux ont également établi un lien entre la perception d'intimité et la satisfaction des utilisateurs (Lee *et al.*, 2017; Rho *et al.*, 2014).

Conclusion. Peu étudié dans le contexte de l'adoption des technologies – autrement que par le prisme des systèmes de communication médiée – le concept d'intimité gravite autour des travaux portant sur l'acceptation des systèmes et semble tout de même jouer un rôle direct ou indirect dans les comportements d'usage des utilisateurs. Ainsi, l'intimité pourrait représenter un déterminant du processus d'adoption des systèmes interactifs tels que les agents virtuels.

4.1.4 Conclusion

Alors que l'utilisabilité se concentre sur les qualités instrumentales du système, le concept d'acceptabilité offre une approche plus complète de l'IHM et intègre une dimension sociale, notamment portée par l'esthétisme et les valeurs culturelles et sociales.

La limite principale des concepts d'utilisabilité et d'acceptabilité est qu'ils proposent une considération trop restreinte de la composante émotionnelle des interactions humain-machine. Dans la plupart des modèles, la dimension émotionnelle de l'interaction a majoritairement été considérée à travers la notion de satisfaction, reconnue comme une sous-dimension de l'utilisabilité. Or, plusieurs auteurs se défendent de considérer la satisfaction comme la composante émotionnelle de l'acceptabilité et considèrent que la satisfaction est un construit plus complexe qui repose sur une composante affective, une composante d'utilisabilité perçue et une composante d'adéquation du produit par rapport aux attentes préalables de l'utilisateur (Lindgaard et Dudek, 2003). De même, Hassenzahl (2004) évoque la satisfaction comme un jugement d'évaluation qui implique des processus cognitifs complexes basés sur des mécanismes comparatifs et affectifs. Ces jugements se rapportent selon l'auteur aux dimensions hédoniques et instrumentales du système, pendant et après l'interaction. Ainsi, même les usages passés d'un système contribuent à la construction des jugements d'évaluation du système et par conséquent à la satisfaction.

D'autre part, la satisfaction est un concept souvent associé dans la lit-

térature à la notion de but ou d'objectif. Effectivement, la satisfaction est dépendante de l'atteinte d'objectifs (Mento *et al.*, 1992) : il existe une relation entre le niveau de satisfaction et la différence entre les objectifs fixés et ceux atteints. Cette conceptualisation de la satisfaction fait écho aux processus d'évaluation et de comparaison évoqués par (Hassenzahl, 2004). D'ailleurs, le niveau de satisfaction des utilisateurs vis-à-vis d'un agent virtuel s'avère dépendant des croyances de l'utilisateur quant aux performances de l'agent virtuel : lorsque le spectre d'action et les compétences effectives du système sont annoncés explicitement aux utilisateurs, notamment à travers l'identité ou le statut professionnel de l'agent (*e.g.* expert d'un champ de compétences), les attentes des utilisateurs s'en voient restreintes et la satisfaction de l'utilisateur en est améliorée (Mimoun et Poncin, 2010). Au-delà des compétences techniques, les compétences sociales de l'agent ont probablement leur part d'influence sur la satisfaction des utilisateurs et plus particulièrement sur le versant affectif de la satisfaction.

D'une certaine manière, la satisfaction est donc associée à la performance de l'utilisateur dans la réalisation d'une tâche et par extension à l'efficacité et l'efficience de la technologie pour l'aider à y parvenir. D'ailleurs, dans un autre registre, Gunawardena et Zittle (1997) considère que la satisfaction représente la valeur avec laquelle un médium contribue à faciliter l'apprentissage de l'utilisateur. En tenant compte de ces considérations, la satisfaction semble difficilement pouvoir être considérée comme la dimension émotionnelle de l'interaction humain-machine et apparaît comme un objet multidimensionnel qui incorpore des facettes de l'utilisabilité mais également des processus affectifs.

Par conséquent, les modèles d'acceptabilité ne répondent que partiellement à une approche centrée-utilisateur : ils ne rendent compte que d'une fraction des perceptions et expériences de l'utilisateur et accordent peu d'importance à une dimension pourtant essentielle : les émotions. Pour pallier cette limite, les chercheurs proposent d'interroger l'expérience globale des utilisateurs.

4.2 L'expérience utilisateur (UX)

Dans la continuité des modèles d'utilisabilité et d'acceptabilité existants et dans le but de répondre davantage à une démarche de conception et d'évaluation des systèmes centrée-utilisateur, le concept *d'expérience utilisateur* a vu le jour dans la littérature en ergonomie. Comme son nom l'indique, ce concept s'intéresse principalement à l'expérience vécue par les utilisateurs dans une situation d'usage du système et même si les aspects instrumentaux des systèmes ne sont pas ignorés dans ce concept, ils tiennent une place secondaire dans le processus d'adoption de la technologie. D'après Jordan (1999), « les produits ne sont pas uniquement des outils. Les produits sont des objets vivants avec lesquels les personnes ont des relations. Les produits sont des objets qui peuvent rendre l'individu heureux ou furieux, orgueilleux ou honteux, sécurisé ou anxieux... Ils ont une personnalité » (rapporté dans Barcenilla et Bastien (2009)). Cette approche pourrait, d'après les auteurs, être quasiment qualifiée d'approche « animiste » dans laquelle les produits disposent d'une identité sociale à travers laquelle les utilisateurs peuvent se projeter et exprimer leurs propres perceptions, ressentis et émotions (Barcenilla et Bastien, 2009).

Cette considération du produit comme un « objet vivant » possédant une identité sociale s'intègre particulièrement bien dans le paradigme CASA et l'approche socioémotionnelle que nous défendons pour l'appréhension des interactions humain-agent virtuel. Ainsi, le concept d'expérience utilisateur semble être un cadre théorique adapté à l'exploration et l'explication de l'adoption des ACAs.

4.2.1 Définitions et modèles

Dans une perspective « centrée-utilisateur », le terme d'expérience utilisateur (UX) a été employé pour la première fois pour décrire tous les aspects de l'expérience d'interaction de l'utilisateur avec un système (Norman *et al.*, 1995). Depuis, l'UX a été formalisée comme « les perceptions et réponses d'un individu résultantes de l'usage effectif ou à priori d'un produit, d'un système ou d'un service » (ISO9241-210, 2010). En d'autres termes, il s'agit de « l'ensemble des émotions, croyance, préférences, perceptions, réponses physiques et psychologiques d'un individu, ainsi que ses comportements et ses réalisations qui apparaissent avant, pendant ou après l'usage d'un produit » (Lallemand *et al.*, 2015a). Tout comme les concepts d'utilisabilité et d'acceptabilité, l'expérience utilisateur souffre d'un manque de généralisation et de consensus et, bien que les grandes lignes du construit convergent généralement entre les théoricien(ne)s, plusieurs définitions et plusieurs modèles sont défendus dans la littérature (Lallemand *et al.*, 2015a).

Ces modèles d'UX ont été initialement développés dans la littérature en IHM pour répondre aux limitations des modèles d'utilisabilité des produits destinés aux consommateurs (en opposition aux systèmes industriels). D'un côté, l'utilisabilité se concentre sur l'évaluation de l'efficacité, de l'efficience, du confort, de la satisfaction et de la facilité d'apprentissage des utilisateurs, dans le but d'identifier et de corriger les problèmes d'utilisabilité et de rendre les produits faciles d'usage ; de l'autre côté, l'UX se concentre sur la compréhension et le design de l'expérience de l'utilisateur avec un certain produit, en identifiant et en générant des réponses émotionnelles de la part des utilisateurs (Bevan, 2009). Dans cette perspective, les modèles d'UX ont également vocation à fournir une plus grande explicabilité des comportements d'usage des utilisateurs et de l'adoption des technologies que ne le permettent les modèles d'acceptabilité tels que le TAM (Hornbæk et Hertzum, 2017).

Au delà des aspects pragmatiques et de la dimension sociale des interactions humain-machine, les modèles de l'expérience utilisateur cherchent à intégrer, dans une démarche centrée sur l'utilisateur, toutes les dimensions qui caractérisent l'interaction, y compris les réactions émotionnelles des utilisateurs. Dans cette revue sélective de la littérature sur les modèles UX, nous avons choisi de présenter 3 modèles, qui, à différents égards, ont la particularité d'intégrer les émotions : le modèle du *design émotionnel* (Norman, 2004), le modèle *pragmatique/hédonique* (Hassenzahl, 2003) et le modèle des *composantes de l'expérience utilisateur (CUE)* (Mahlke et Lindgaard, 2007).

A) Le modèle du design émotionnel

Norman (2004) propose une approche émotionnelle du design des technologies dans lequel l'expérience des utilisateurs n'est appréhendée qu'à travers les émotions.

Dans ce modèle présenté dans la Figure 4.6, les comportements affectifs humains sont catégorisés selon 3 niveaux de traitement : d'une part, les réactions viscérales, qui correspondent à un processus quasiment automatique, spontané et rapide permettant de distinguer ce qui est « bon ou mauvais ». D'autre part, les réactions comportementales, qui correspondent à la mise en action des affects et permet la réalisation des activités quotidiennes. Enfin, le niveau réflexif implique les couches cérébrales les plus superficielles (le cortex) et permet l'évaluation et la régulation des comportements (Norman, 2004).

Ces 3 niveaux de traitement traduisent 3 différentes formes de design (Norman, 2004) : « le design viscéral fait référence à l'impact initial du produit, à son apparence ; le design comportemental, c'est plutôt regarder et sentir, c'est l'expérience totale que procure l'utilisation d'un produit ; le niveau réflexif correspond aux ressentis de l'individu à posteriori, c'est comment le produit fait se sentir la personne, l'image qu'il renvoie et le message qu'il véhicule aux autres à propos de cette personne ».

L'auteur considère que les réactions émotionnelles des utilisateurs en situation d'interaction avec un système précèdent toute évaluation cognitive de l'interaction ; partant de ce postulat, il propose que les émotions soient au coeur de l'expérience utilisateur.

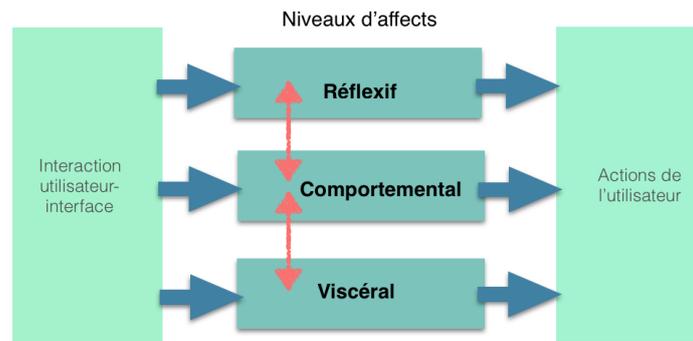


FIGURE 4.6 – Cadre théorique du modèle de Design émotionnel de Norman (2004)

Conclusion. La limite majeure de ce modèle est qu'il base l'expérience utilisateur sur les émotions, qui sont pourtant des variations intenses, rapides et éphémères des sentiments de l'utilisateur (Hume, 2012) et donc des événements difficilement perceptibles et mesurables. Aussi, il est souvent reproché à cette approche d'exclure de l'expérience utilisateur tous les aspects utilitaires du système, regroupés sous le concept de l'utilisabilité.

B) Le modèle pragmatique/hédonique

Dans le but de répondre au manque d'explicabilité des comportements d'usage des utilisateurs, le modèle *hédonique/pragmatique* (Hassenzahl, 2003, 2007) propose d'appréhender l'interaction humain-machine de manière plus complète par le prisme de l'expérience utilisateur. Ce modèle englobe à la fois des aspects pragmatiques (*i.e.* répondre aux buts comportementaux des utilisateurs) et des aspects hédoniques (*i.e.* stimulation, identification, évocation).

4.2. L'EXPÉRIENCE UTILISATEUR (UX)

D'après Hassenzahl (2003), pour générer une « bonne » expérience utilisateur, les systèmes devraient être une source de stimulation pour les utilisateurs en leur offrant la possibilité de se dépasser dans leurs accomplissements, de monter en compétence et d'acquérir de nouvelles connaissances. Les systèmes devraient également être capables de véhiculer une certaine identité et permettre aux utilisateurs d'exprimer leur soi, d'afficher une image sociale ou encore d'engager des interactions interpersonnelles riches. Enfin, les systèmes doivent être symboliques et évoquer des choses aux utilisateurs, comme des souvenirs d'événements passés, des sensations ou des relations (Hassenzahl, 2007).

Présenté dans la Figure 4.7, ce modèle prévoit que sur la base des caractéristiques propres au produit, l'utilisateur se construit une représentation subjective et individuelle des caractéristiques apparentes du produit. Ces caractéristiques apparentes s'organisent autour de la perception des qualités pragmatiques et des qualités hédoniques du produit et, démontrent des conséquences comportementales, cognitives et émotionnelles chez l'utilisateur. Ce modèle propose ainsi que les conséquences des perceptions de l'utilisateur s'observent d'une part sur le jugement de l'aspect attractif ou non du produit (conséquence cognitive), d'autres part sur le sentiment de plaisir ou de satisfaction des utilisateurs (conséquence émotionnelle) et enfin, sur les comportements d'usage des utilisateurs (conséquence comportementale).

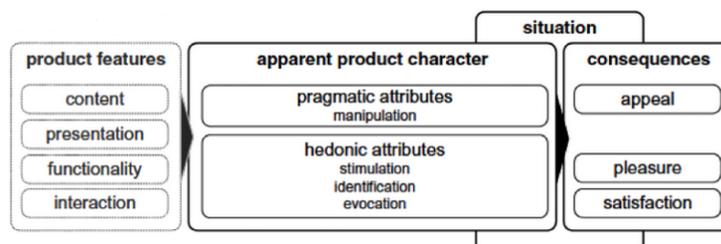


FIGURE 4.7 – Cadre théorique du modèle d'expérience utilisateur selon Hassenzahl (2003)

En complément, plusieurs autres aspects ont été rapportés pour compléter la représentation de l'expérience utilisateur dans ce modèle. D'une part, l'expérience utilisateur et ses conséquences seraient médiées par la situation : l'expérience utilisateur s'inscrit dans une situation d'interaction avec le système et dépend de l'usage réel (Forlizzi et Battarbee (2004) d'après Hassenzahl (2007)). Ainsi, les perceptions des utilisateurs sont sensibles à la situation et notamment à sa dimension temporelle : la perception des qualités pragmatiques et hédoniques d'un système au cours d'une tâche peuvent présenter des patterns différents selon le moment auquel elles sont évaluées (*e.g.* première impression vs. après un moment). D'autre part, 3 autres aspects ont été rapportés dans ce modèle et viennent s'agréger au concept de l'expérience utilisateur : l'évaluation globale, la pertinence de la situation et le mode. Les auteurs proposent ainsi de considérer l'expérience utilisateur à travers une évaluation globale et non seulement à travers la perception des qualités pragmatiques ou hédoniques d'un système. Cette évaluation globale dépend notamment de la pertinence de la situation. Les attentes des utilisateurs en termes de qualité du système varient en fonction des situations d'interaction, ainsi la perception des qualités hédoniques d'un produit pourra apparaître comme pertinente dans un contexte sociale alors qu'elle paraîtrait impertinente dans une autre situation. Enfin, l'expérience utilisateur dépend du mode-but ou du mode-action dans lequel se trouve l'individu. Dans le premier cas, atteindre un but est la finalité de l'usage et l'interaction ne représente qu'un moyen d'y parvenir ; dans le second cas, c'est l'interaction qui est recherchée et elle représente un but en soi pour l'utilisateur.

Conclusion. Comme le rappellent Hornbæk et Hertzum (2017), ce modèle d'UX vise à expliquer les aspects expérientiels et hédoniques de l'usage d'une technologie et s'attache finalement moins aux aspects instrumentaux du système. Ce modèle est reconnu par l'auteur lui-même comme un modèle réduc-

tionniste de l'UX qui s'appuie sur un nombre restreint de construits, *i.e.* perceptions hédoniques/pragmatiques, évaluation globale, facteur temporel, pertinence de la situation et modes (Hassenzahl, 2007).

Ce modèle présente également une limite au regard de sa considération des émotions. Dans ce modèle, les émotions ne sont appréhendées qu'à travers la notion de satisfaction et de plaisir, considérées non pas comme l'expérience vécue mais comme la conséquence de celle-ci. Les émotions sont alors reconues comme des médiateurs de l'expérience utilisateur plus que comme une dimension à part entière de l'expérience.

C) Modèle des Composantes de l'expérience utilisateur (CUE)

A l'intersection entre le modèle de Norman (2004) qui appréhende l'expérience utilisateur qu'au travers des émotions et le modèle pragmatique/hédonique (Hassenzahl, 2003) qui n'appréhende les émotions des utilisateurs qu'à travers le plaisir et la satisfaction et délaisse les aspects pragmatique, le modèle CUE (Mahlke et Thüning, 2007; Mahlke, 2008) propose de décrire l'expérience utilisateur comme l'ensemble des perceptions instrumentales et non-instrumentales du système ainsi que les émotions résultantes des utilisateurs. Dans ce modèle, les qualités instrumentales se rapportent à l'utilité et l'utilisabilité du système alors que les qualités non-instrumentales font plutôt référence à l'aspect esthétique, symbolique et motivationnel du produit (Mahlke et Thüning, 2007).

A la différence du modèle pragmatique/hédonique (Hassenzahl, 2003) dans lequel les émotions des utilisateurs sont plutôt rapportées comme une conséquence de l'expérience, le modèle CUE (Figure 4.8), intègre les réactions émotionnelles des utilisateurs comme l'une des 3 sous dimensions de l'expérience, au côté de la perception des qualités instrumentales d'une part et non instrumentales du système d'autre part. Inspirées du modèle des processus composants de l'émotion (Scherer, 2005, 2001), les réactions émotionnelles des utilisateurs

y sont décrites selon 5 composantes *i.e.* le ressenti subjectif, la réponse physiologique, la tendance à l'action, la réaction comportementale et l'évaluation cognitive.

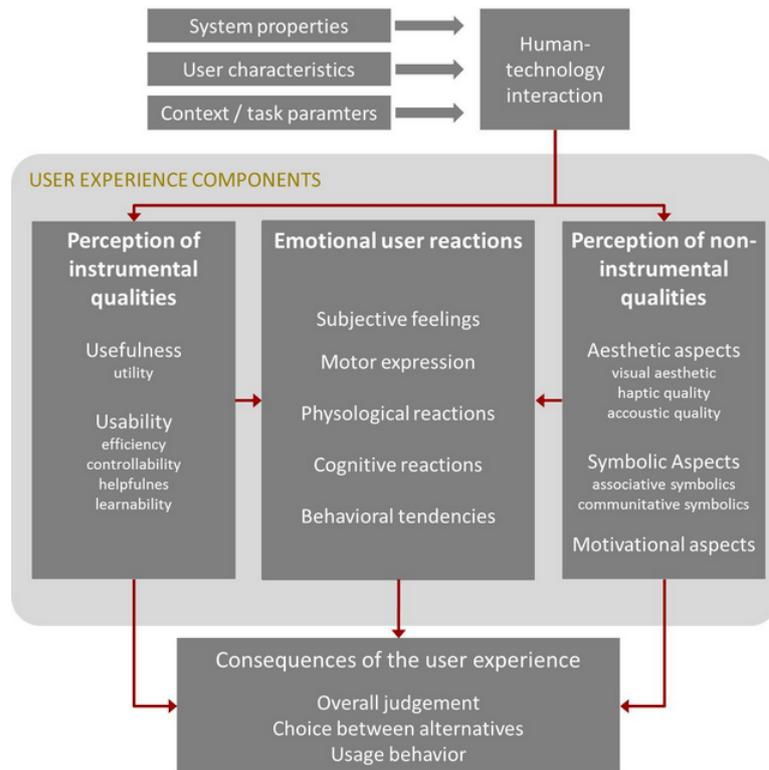


FIGURE 4.8 – Cadre théorique du modèle des Composantes de l'Expérience Utilisateur (CUE) d'après Mahlke (2007)

Mahlke et Thüring (2007) définissent dans leur modèle que l'expérience utilisateur – qui s'attache aux perceptions et ressentis des utilisateurs – est influencée par les caractéristiques de l'interaction, *i.e.* les propriétés du système, les caractéristiques individuelles de l'utilisateur et le contexte d'usage. Cette conception de l'expérience utilisateur rappelle en partie le modèle pragmatique/hédonique dans lequel les caractéristiques du produit influencent les caractéristiques apparentes du produit, autrement dit, la représentation que l'utilisateur se fait du produit (Hassenzahl, 2003). Ainsi, il n'y a pas de relation linéaire entre la manière dont un paramètre est opérationnalisé dans un système et la manière dont celui-ci est perçu et participe à l'expérience de

l'utilisateur (Hassenzahl, 2007).

Dans le modèle CUE, les conséquences de l'expérience d'interaction s'observent d'une part sur l'évaluation globale et le jugement des utilisateurs et d'autre part sur les comportements d'usage, notamment la volonté d'utiliser à nouveau le produit ou au contraire d'opter pour une alternative.

Conclusion. Le modèle CUE est celui qui, à nos yeux, répond le plus à une approche centrée-utilisateur de l'interaction humain-machine et qui, par conséquent, nous paraît être le plus approprié pour explorer les conséquences de l'interaction avec un agent virtuel social. Aussi, ce modèle a la particularité d'offrir une place centrale aux émotions, sans pour autant négliger les perceptions des qualités instrumentales et non-instrumentales du système. Toutefois, les émotions sont considérées comme la résultante des perceptions du système. Une limitation de ce modèle, soulignée par les auteurs eux-mêmes, concerne la dimension temporelle de l'interaction humain-machine. En effet, le modèle CUE se limite à la représentation d'une interaction unique et n'apporte aucun regard sur la fonction temporelle de l'interaction et son influence sur l'expérience utilisateur (Mahlke, 2008). Nous nous interrogeons donc sur l'adaptabilité de ce modèle théorique à l'expérience d'interaction avec un ACA, dans une perspective d'adoption de la technologie et de construction d'une relation-client à plus long terme.

4.2.2 Psychométrie de l'UX

La littérature en ergonomie des systèmes propose un panel d'outil de mesure psychométrique permettant d'évaluer une ou plusieurs dimensions de l'expérience utilisateur. Plusieurs outils portent sur l'évaluation des aspects utilitaires d'un système, développés notamment en s'appuyant sur le principe de l'utilisabilité :

L'échelle de mesure SUS (*i.e.* System Usability Scale) offre par exemple une mesure « simple et rapide » de l'utilisabilité d'un système dans un contexte particulier : elle rapporte une mesure subjective du degré de facilité d'utilisation du système (Brooke, 1996). Sa particularité est qu'elle permet de retranscrire l'utilisabilité d'un système quel que soit le contexte d'utilisateur et apporte ainsi à la communauté un outil psychométrique généralisable. Le modèle TAM comporte également une échelle de mesure associée qui permet de mesurer l'utilité perçue et la facilité d'utilisation perçue d'un système (Davis, 1989). Le SUMI (*i.e.* Software Usability Measurement Inventory) est un questionnaire comportant 50-items mesurant la perception d'utilisabilité d'un système du point de vue de l'utilisateur. Cet outil de mesure est approprié pour la comparaison de deux systèmes compétitifs ou de deux versions d'un même système et nécessite d'interroger des utilisateurs réguliers du système (Kirakowski et Corbett, 1993). D'autres outils de mesure comme le QUIS (*i.e.* Questionnaire for User Interface Satisfaction) (Chin *et al.*, 1988) ou le WAMMI (*i.e.* Website Analysis and Measurement Inventory) (Levi et Conrad, 1997) ont également été proposés pour mesurer la perception subjective de l'utilisabilité d'une technologie.

D'autres outils permettent d'évaluer l'UX de manière plus complète en intégrant à la fois les perceptions des qualités pragmatiques et hédoniques du système :

Le questionnaire UEQ (Laugwitz *et al.*, 2006) mesure les perceptions du produit ainsi que l'acceptation par les utilisateurs (d'après Minge *et al.* (2016)). Le questionnaire AttrakDiff 2 est un outil de mesure validé en anglais (Hassen-

zahl *et al.*, 2003) et en français (Lallemand *et al.*, 2015b), inspiré du modèle théorique pragmatique/hédonique de l'UX. Le questionnaire AttrakDiff comporte 28 paires d'items et permet une auto-évaluation de la perception subjective des utilisateurs vis-à-vis des aspects pragmatiques et hédoniques d'un système.

En complément, les émotions des utilisateurs sont appréhendées avec des outils comme le SAM (Bradley et Lang, 1994) ou PrEMo (Desmet, 2003).

Toutefois, l'ensemble de ces outils psychométriques offre une évaluation segmentée de l'UX et ne permet pas de rendre compte de l'intégralité des dimensions composant l'expérience des utilisateurs. Pour y remédier, le questionnaire MeCUE, basé sur le modèle théorique CUE a été proposé à la communauté et a été validé en langue anglaise (Minge *et al.*, 2016) et en langue française (Lallemand et Koenig, 2017). Le questionnaire comprend 34 items (30 dans la version française) répartis en 4 modules qui rendent compte des qualités instrumentales et non instrumentales du système, des émotions, des conséquences de l'UX et de l'évaluation globale des utilisateurs. Cette échelle de mesure est, d'après Minge *et al.* (2016), le seul outil validé permettant de mesurer toutes les dimensions de l'UX, qui soit adaptable à différents contextes d'interaction humain-machine et qui soit simple et rapide (2 à 5min) à opérationnaliser.

Conclusion. Plusieurs outils sont disponibles dans la communauté scientifique en ergonomie et psychoergonomie pour mesurer l'expérience utilisateur de manière partielle ou totale. Alors que la plupart des outils offrent une évaluation incomplète du phénomène en ne s'appuyant que sur certaines dimensions de l'expérience, le questionnaire MeCUE issu du modèle théorique CUE (Mahlke et Thüring, 2007; Minge *et al.*, 2016) assimile l'ensemble des perceptions et ressentis des utilisateurs. Une limite de cet outil est qu'il ne rapporte que les ressentis subjectifs des participants et ne prend pas en considération les autres composantes des émotions. Pour obtenir une mesure plus fiable des réac-

tions émotionnelles des utilisateurs, cet outil gagnerait à être couplé à d'autres approches comportementales et physiologiques (*e.g.* captation des expressions faciales et pupillaires, réponse électrodermale, activité cardiaque) de mesure des émotions.

4.2.3 Conclusion

A nos yeux, le modèle de l'expérience utilisateur se distingue des autres modèles de la littérature en se concentrant spécifiquement sur les perceptions et les ressentis des utilisateurs et en offrant ainsi une place importante aux émotions. Sans pour autant négliger les aspects pragmatiques et hédoniques, le modèle CUE positionne les émotions comme faisant partie intégrante de l'expérience utilisateur. Aussi, ce modèle décrit les réactions émotionnelles des utilisateurs selon le modèle des processus composants de Scherer (2005, 2001). En s'appuyant d'une part sur les concepts fondamentaux de la littérature en ergonomie des systèmes *i.e.* l'utilisabilité et l'acceptabilité et d'autre part sur les théories fondamentales de la psychologie des émotions, le modèle CUE est reconnu pour sa démarche « centrée-utilisateur » et apporte un éclairage pluridisciplinaire plus complet sur l'expérience utilisateur et le processus d'adoption des technologies qui en découle. En cela, le modèle CUE nous apparaît comme le construit le plus approprié pour décrire et évaluer l'expérience d'interaction des utilisateurs avec un ACA social dans une perspective d'adoption de cette technologie.

Dans la section suivante, nous discutons la place des émotions dans le modèle CUE de l'expérience utilisateur.

4.3 La place des émotions dans le modèle CUE

Notre processus de recherche bibliographique nous a conduit jusqu'au modèle CUE car ce modèle est le seul, à notre connaissance, à considérer les réactions émotionnelles des utilisateurs comme une composante à part entière de l'UX sans toutefois négliger la perception des aspects instrumentaux et non instrumentaux du système. En comparaison de la notion de satisfaction qui est élevée comme la composante émotionnelle de l'acceptabilité (Nielsen, 1994; Davis *et al.*, 1989), le concept d'expérience utilisateur intègre les émotions comme une composante indissociable de l'usage (Cahour et Lancry, 2011) et rend compte de la complexité des réactions émotionnelles humaines. La considération des émotions dans l'expérience utilisateur et l'adoption des technologies prend tout son sens lorsque l'on remarque que certains produits pourtant très utiles sont délaissés des utilisateurs parce qu'il est particulièrement désagréable ou frustrant de les utiliser ; alors que d'autres produits – disons, la dernière version d'un smartphone – n'apportent pas d'utilité supplémentaire mais sont pourtant sources d'affects positifs et sont parfaitement acceptés des utilisateurs. Finalement, l'important réside dans les émotions (positives ou négatives) que génèrent l'usage du produit, c'est pourquoi il apparaît crucial d'identifier les affects associés aux usages (Cahour et Lancry, 2011).

De plus, le modèle CUE représente un cadre théorique pertinent pour la recherche autour de l'expérience d'interaction avec un ACA social car il se nourrit des « théories de l'appraisal » (ou théories de l'évaluation cognitive) issues de la psychologie des émotions et décrit les réactions émotionnelles des utilisateurs selon le modèle des processus composants (Scherer, 2005, 2001). Il se distingue donc par son fondement théorique et son approche pluridisciplinaire, visant à intégrer de manière la plus complète possible, l'expérience vécue par l'utilisateur, dans toutes les dimensions qui la compose.

4.3.1 « Théories de l’appraisal » des émotions

Les théories de l’appraisal considèrent les émotions comme un processus d’évaluation cognitive et comme une fonction permettant de donner du sens, afin d’évaluer et d’apprécier la significativité d’un évènement aux yeux de l’individu (Scherer, 2001; Frijda, 1988; Lazarus, 2001). Les théories de l’appraisal se concentrent principalement sur l’interprétation subjective de l’évènement par l’individu et font écho à l’approche « centrée-utilisateur » retrouvée dans le modèle CUE (Jokinen, 2015).

Dans ce courant théorique des émotions, le modèle des processus composants de l’émotion (Scherer, 2005, 2001), sur lequel se base le modèle CUE, conceptualise l’épisode émotionnel comme « un ensemble de sous-processus d’évaluations cognitives ayant un impact sur les différentes composantes de l’émotion. Ces évaluations cognitives sont vues comme un processus séquentiel impliqué dans la différenciation des émotions » (Grandjean et Scherer, 2014). Présentées dans la Figure 4.9, le modèle des processus composants décrit l’émotion selon 5 composantes, *i.e.* le ressenti subjectif, la réponse physiologique, la tendance à l’action, la réaction comportementale et l’évaluation cognitive. Ces 5 composantes de l’émotion sont employées dans le modèle CUE (Mahlke et Thüring, 2007) pour décrire les réactions émotionnelles des utilisateurs (Figure 4.8).

La théorie des processus composants des émotions offre donc un cadre conceptuel pour expliquer les différents états émotionnels des individus, comme résultants de séquences et de boucles d’évaluations cognitives d’un évènement particulier dans les différentes composantes de l’émotion. Ce modèle permet également de prédire des patterns d’activation dans les différents sous-systèmes de l’organisme (Grandjean et Scherer, 2014).

Conclusion. Le modèle CUE rend compte des réactions émotionnelles des utilisateurs selon les 5 composantes de l'émotion telles qu'elles sont décrites dans les théories de l'appraisal et plus particulièrement dans le modèle des processus composants de l'émotion (Scherer, 2001). Le modèle CUE semble donc approprié pour évaluer l'influence des compétences sociales d'un ACA sur l'expérience de l'utilisateur et plus particulièrement sur la dimension émotionnelle de l'expérience.

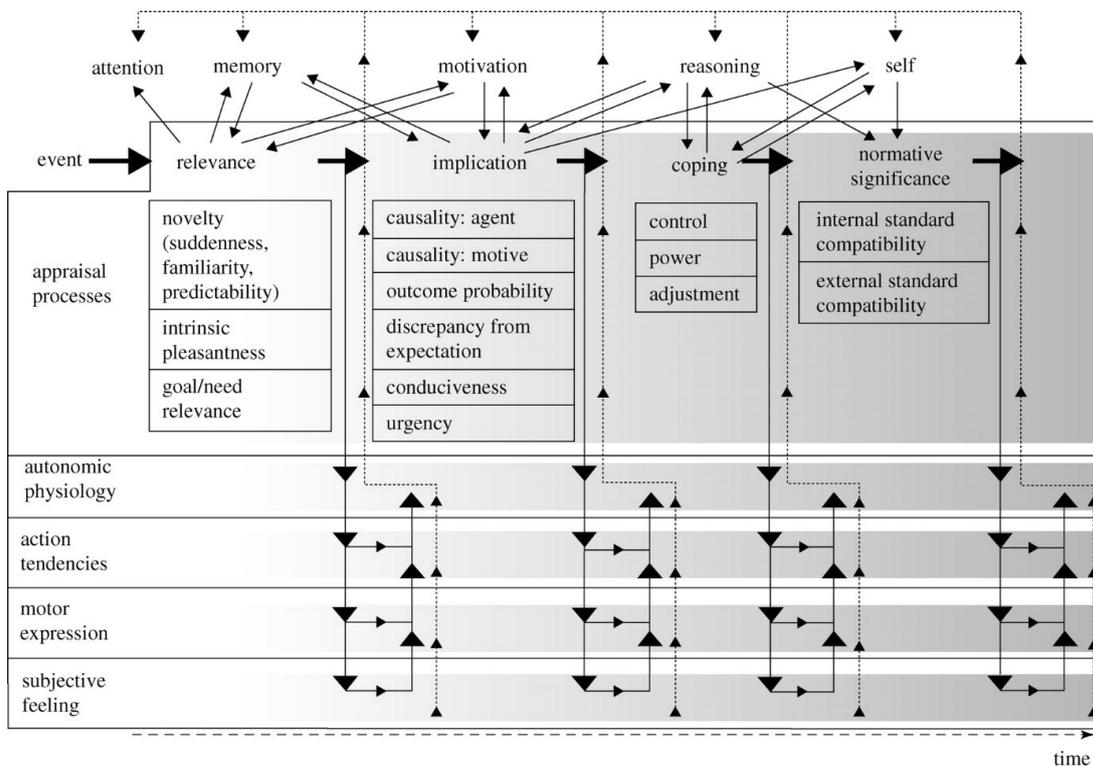


FIGURE 4.9 – Cadre théorique du modèle des processus composants de l'émotion d'après Sander, Grandjean et Scherer (2005)

4.3.2 De l'interaction à l'émotion

L'UX et plus particulièrement le modèle CUE, souligne le caractère multifactoriel des affects qui apparaissent en réaction de différentes dimensions, *i.e.* les qualités instrumentales et non instrumentales du système (Février *et al.*, 2011). Effectivement, le modèle CUE prévoit que les réactions émotionnelles des utilisateurs soient influencées par l'interaction humain-machine de manière indirecte, respectivement, par le biais de la perception des qualités instrumentales (*e.g.* Le système s'interrompt trop souvent, je me sens agacée) et non instrumentales du système (*e.g.* J'utilise un beau produit, je me sens bien).

Pourtant, certains auteurs postulent que les affects pourraient à la fois jouer un rôle d'antécédents, de composants et de conséquence dans les interaction humain-machine (Février *et al.*, 2011). De même, l'état de l'art que nous avons jusqu'ici proposé semble clairement établir que les interactions humaines, médiées ou non, ainsi que les interactions humain-machine impliquant notamment des agents virtuels (mais pas que!), peuvent être sources d'émotions. Ainsi, nous nous demandons si les émotions peuvent directement émerger de l'interaction humain-machine sans nécessairement impliquer les perceptions des qualités instrumentales et non instrumentales du système (*e.g.* l'interaction est chaleureuse et intime, je me sens rassurée).

Tel qu'il est défini, le modèle CUE semble supposer que les interactions humain-machine ne sont en elles-mêmes pas sources d'émotions, mais que ce sont les perceptions des qualités instrumentales et non instrumentales qui induisent des réactions émotionnelles. Or, la littérature mentionnée précédemment dans les domaines de l'informatique affective et de la psychologie, nous laissent au contraire penser qu'au moins dans le contexte particulier des interactions humain-agent virtuel social, celle-ci peuvent être source d'émotions et influencer les réactions émotionnelles des utilisateurs de manière directe, au même titre que leurs perceptions des qualités instrumentales et non instrumentales.

4.3. LA PLACE DES ÉMOTIONS DANS LE MODÈLE CUE

D'autres auteurs semblent partager ce positionnement théorique. Par exemple, Aranyi et Van Schaik (2015) ont proposé un modèle de l'expérience utilisateur pour les nouveaux sites web (Figure 4.10), inspirés du modèle CUE mais incluant également des éléments du modèle TAM, dans lequel apparaît une relation directe entre l'interaction humain-machine et les réactions émotionnelles des utilisateurs. Dans leur modèle, les auteurs assimilent les caractéristiques perçues de l'artefact comme une caractéristique de l'interaction et suggèrent que l'esthétisme perçu de l'artefact et la sensation de désorientation pendant l'interaction sont deux caractéristiques de l'interaction prédictives, respectivement, des affects positifs et négatifs chez les utilisateurs. Seule la relation entre l'esthétisme de l'artefact et les émotions positives est vérifiée expérimentalement (Aranyi et Van Schaik, 2016).

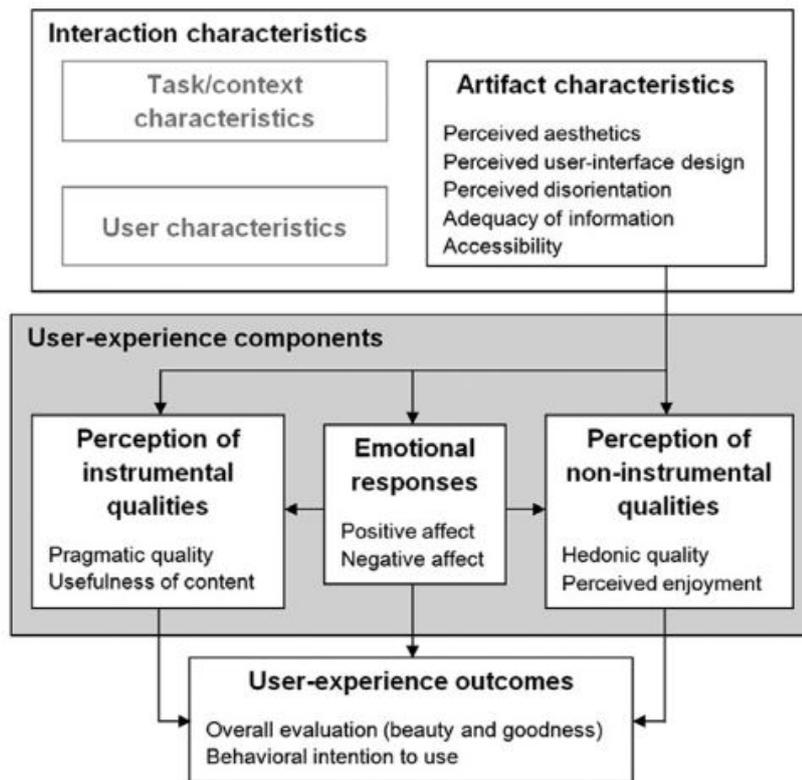


FIGURE 4.10 – Cadre théorique du modèle d'expérience utilisateur pour les nouveaux sites web d'après Aranyi et Van Schaik (2015).

Conclusion. Bien que le modèle alternatif proposé par Aranyi et Van Schaik (2015, 2016) semble apporter un éclairage complémentaire au concept d'expérience utilisateur en proposant notamment qu'il existe une influence directe de l'interaction humain-machine sur les émotions des utilisateurs, ce postulat nécessite d'une part, d'être vérifié autrement qu'en laboratoire et d'autre part, d'être mis à l'épreuve des interactions avec un ACA social.

4.3.3 Conclusion

L'expérience utilisateur se démarque de la littérature en ergonomie en apportant une considération multidimensionnelle de l'expérience d'interaction humain-machine, à travers la perception des qualités instrumentales et non instrumentales du système ainsi que les réactions émotionnelles des utilisateurs. Contrairement aux approches d'utilisabilité et l'acceptabilité, l'UX offre une place importante aux émotions dans le construit et permet une meilleure explicabilité des comportements d'usage et du processus d'adoption des technologies.

Pour ces raisons, l'UX apparaît comme un cadre théorique pertinent pour étudier l'interaction humain-agent virtuel du point de vue de l'utilisateur et explorer l'adoption des ACAs professionnels auprès du grand public. En accordant une place centrale aux émotions, le concept d'UX représente également un cadre théorique approprié pour évaluer l'importance de la dimension socio-émotionnelle des interactions humain-agent dans le processus d'adoption des ACAs. Dans la section suivante, nous nous intéressons aux travaux de la littérature ayant adressé la question de l'adoption des agents virtuels sociaux.

4.4 Expérience utilisateur avec un agent virtuel

La plupart des travaux portant sur les agents virtuels sociaux se sont concentrés sur l'évaluation de la crédibilité des comportements sociaux de l'agent et sur leur influence sur les propres comportements de l'utilisateur. Actuellement, peu d'études ont adressé la question de l'adoption de la technologie en s'appuyant sur le phénomène d'expérience utilisateur tel qu'il est défini dans la littérature en ergonomie.

Dans cette section nous proposons une revue des études s'étant intéressées à une ou plusieurs dimensions de l'adoption des agents virtuels sociaux auprès des utilisateurs. La plupart de ces études ont étudiés la perception des qualités de l'interaction humain-agent en se focalisant sur une dimension unique et spécifique de l'interaction, telle que la satisfaction ou les intentions d'usage (Lee et Choi, 2017), l'engagement (Bickmore *et al.*, 2016) ou la préférence (Niculescu et Banchs, 2019).

Avec la volonté de renforcer l'acceptation des agents virtuels professionnels et la satisfaction générale des participants, Niculescu et Banchs (2019) se sont intéressés à l'influence de l'humour sur les perceptions des participants. Les chercheurs ont développé 2 conseillères touristiques virtuelles faisant respectivement preuve ou non d'humour et ont proposé aux participants d'évaluer différents scénarios d'interaction impliquant l'une ou l'autre des conseillères virtuelles. Les résultats de l'étude ne montrent pas de différence significative en termes d'utilité perçue de l'agent mais confirment en revanche une propension de l'agent humoristique à être perçue plus agréable que son homologue non humoristique.

Dans un contexte de relation-client virtuelle, Araujo (2018) a par exemple montré que la présence de comportements anthropomorphes (*i.e.* présentation avec un prénom et usage de formule de courtoisie humaine) chez le chatbot assurant la relation-client permet d'augmenter la connexion émotionnelle des

utilisateurs avec la marque que représente le chatbot. Cet effet sur la connexion émotionnelle semble notamment médié par la perception de présence sociale. En revanche, cette étude n'a pas rapporté d'effet des comportements sociaux de l'agent conversationnel sur l'attitude des utilisateurs envers la marque ni sur la satisfaction client.

Les résultats de cette étude semblent suggérer que les comportements sociaux d'un agent conversationnel pourrait contribuer à établir une relation émotionnelle entre le client et l'entreprise. Cependant, cette étude a été conduite chez un chatbot exprimant des comportements sociaux subtiles et uniquement verbaux. La communication unimodale du chatbot peut potentiellement expliquer l'absence d'effet sur l'attitude des utilisateurs et la satisfaction client.

En 2010, Bickmore *et al.* (2010b) ont évalué l'utilisabilité d'un dispositif d'accompagnement médical représenté par un agent virtuel exprimant des comportements sociaux (*e.g.* gestuelles, mouvements de têtes, expressions faciales d'émotion) auprès de publics cibles, respectivement en cours d'hospitalisation (étude 1) et post-hospitalisation (étude 2). Dans la première étude, les auteurs ont évalué l'utilisabilité de l'agent virtuel en mesurant la satisfaction globale des utilisateurs, la facilité d'utilisation du système, le désir de poursuivre l'usage et la préférence à interagir avec l'agent plutôt qu'avec le personnel médical humain. Dans la seconde étude, l'utilisabilité est appréhendée sur la base de données comportementales des utilisateurs, notamment le nombre d'interactions avec l'agent. Les auteurs rapportent une grande satisfaction générale des participants (78% de participants très satisfaits pour l'étude à l'hôpital) et une attitude très positive envers l'agent dans les 2 études. Dans la deuxième étude, les résultats ont toutefois montré une diminution de l'usage de l'agent chez les participants avec le temps.

Dans une première démarche exploratoire, ces travaux sont encourageants et suggèrent que les ACAs peuvent satisfaire les utilisateurs. Cependant, ces travaux soulignent également la difficulté rencontrée par les ACAs à maintenir

une relation à plus long-terme et à conserver un usage régulier de la technologie.

Plus récemment, la même équipe de recherche a développé un système interactif de présentation orale bénéficiant de la présence d'un ACA comme coprésentateur (Bickmore *et al.*, 2016). L'agent virtuel dispose d'une voix de synthèse et de comportements non-verbaux synchronisés incluant notamment des expressions faciales d'émotions, des jeux de regards, des mouvements de tête, des changements de postures et des gestuelles communicationnelles. Les auteurs rapportent une grande satisfaction de la part des participants ayant assistés aux présentations avec l'ACA et une plus grande intention d'utiliser l'agent pour de futures présentations (comparativement à la version du dispositif sans agent). Les auteurs concluent dans leur étude que les participants présentent globalement un plus grand engagement et un niveau d'acceptation du dispositif de présentation avec un coprésentateur virtuel satisfaisant.

Conduite auprès d'un public cible d'utilisateurs en situation réelle d'utilisation, cette étude nous renseigne sur le processus d'adoption des ACAs sociaux. Toutefois, leur évaluation du niveau de satisfaction et d'intention d'usage des participants ne s'appuie pas sur des modèles théoriques et des outils psychométriques reconnus dans la littérature en ergonomie. D'autre part, en ne s'intéressant qu'à ces aspects de l'interaction humain-machine, l'expérience globale de l'utilisateur n'est pas entièrement appréhendée.

En parallèle, Lee et Choi (2017) ont exploré l'influence des comportements de self-disclosure et de réciprocité d'un agent conversationnel sur la satisfaction des utilisateurs et l'intention d'usage d'un dispositif interactif de recommandations vidéo. Pour se faire, les auteurs ont construit 4 scénarios d'interaction entre l'agent de recommandation et un utilisateur, combinant les conditions de self-disclosure peu intime et très intime avec les conditions de réciprocité faible et forte. Les participants ont ainsi évalué les scénarios présentés en laboratoire et les résultats montrent que les comportements de self-disclosure, ainsi que les comportements de réciprocité de l'agent conversationnel sont des prédicteurs

significatifs de la satisfaction des utilisateurs et de leurs intention d'usage. Présenté dans la Figure 4.11, leurs analyses de médiation démontrent toutefois que l'influence des comportements de self-disclosure de l'agent virtuel sur la satisfaction n'est pas significativement médiée par la perception d'intimité et dépend principalement de la perception de confiance.

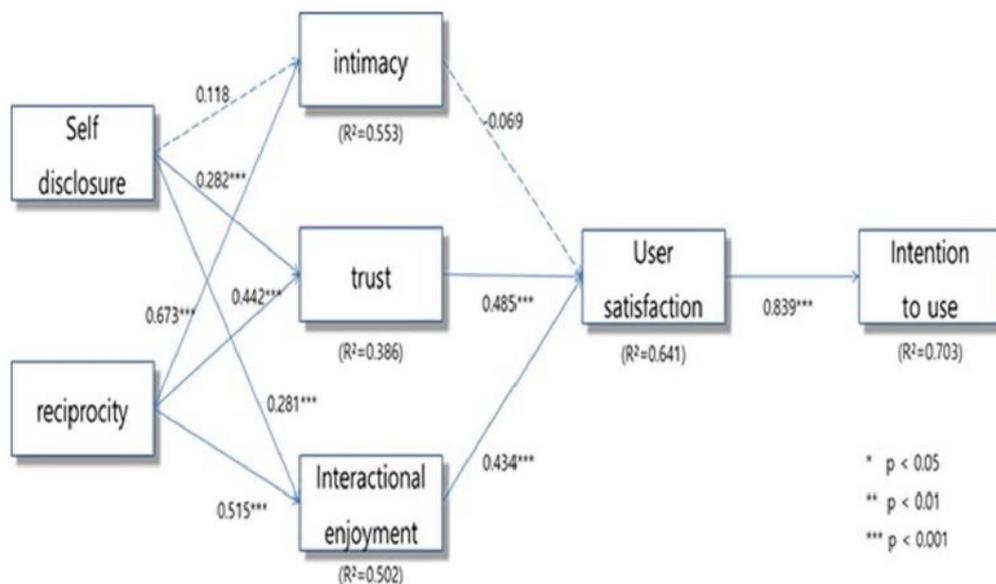


FIGURE 4.11 – Proposition d'un modèle de la satisfaction et de l'intention d'usage d'un dispositif de recommandations vidéo selon Lee et Choi (2017) dans lequel les indices correspondent aux coefficients standardisés traduisant un effet de médiation.

Ce travail de recherche est particulièrement intéressant à nos yeux car il confirme que les comportements sociaux d'un agent conversationnel, notamment ses comportements de self-disclosure et de réciprocité, influencent positivement la satisfaction utilisateur et l'intention d'usage du dispositif. Ces résultats semblent toutefois désigner la confiance comme médiateur principal de l'effet de self-disclosure sur la satisfaction client et l'intimité n'apparaît pas comme un médiateur significatif dans cette relation.

La limite principale de cette étude est qu'elle ne s'appuie pas sur la perception et l'expérience d'utilisateurs réels du système en situation écologique.

4.4. EXPÉRIENCE UTILISATEUR AVEC UN AGENT VIRTUEL

D'autre part, cette étude interroge la satisfaction des utilisateurs et leurs intentions d'usage ; bien que ces dimensions nous renseignent sur les perceptions et ressentis de l'utilisateur ainsi que sur ses comportements, elles ne sont pas suffisantes pour expliquer l'expérience de l'utilisateur dans son intégralité.

Verhagen *et al.* (2014) se sont quant à eux intéressés à l'influence des comportements amicaux, de l'expertise et des comportements de sourire d'un agent conversationnel incarné impliqué dans une relation virtuelle de service avec un utilisateur. Dans cette étude, un scénario interactif d'interaction avec l'agent virtuel est proposé à des participants : ceux-ci doivent se mettre dans la peau d'un client contactant un service virtuel de téléphonie mobile et doivent interagir avec l'agent conversationnel pour optimiser leur forfait téléphonique. Le niveau d'amicalité de l'agent est alors manipulé au travers de la communication verbale de l'agent qui paraît plus poli, à l'écoute, attentionné et qui crée une forme de compréhension mutuelle. L'expertise de l'agent est quant à elle manipulée à travers le niveau de performance métier des réponses. Enfin, l'agent dispose d'un visage statique soit sans expressions faciale (neutre) soit avec une expression de sourire.

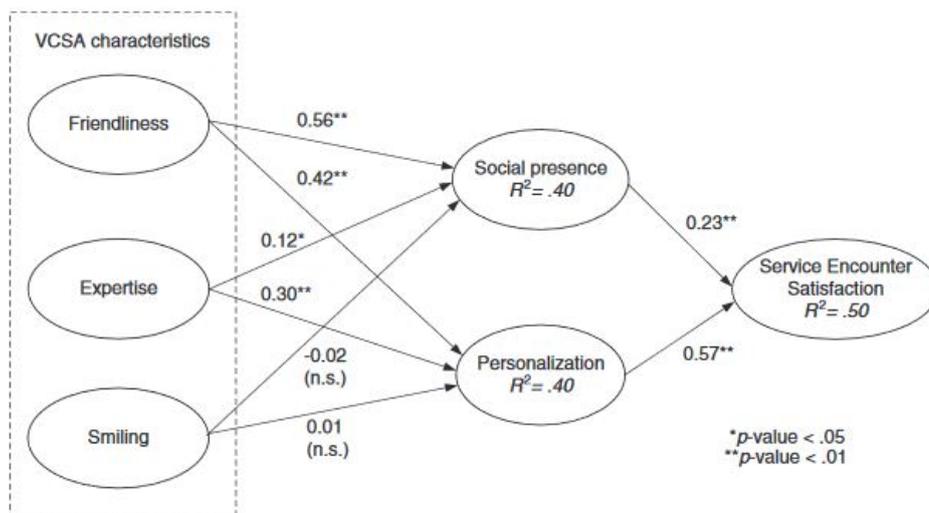


FIGURE 4.12 – Proposition d'un modèle de la satisfaction client pour la relation virtuelle de service, selon Verhagen *et al.* (2014)

Les résultats de cette étude montrent que les comportements amicaux de l'agent ainsi que son degré d'expertise influencent positivement la satisfaction client. De plus, la présence sociale et la personnalisation apparaissent comme 2 médiateurs forts de cette relation (Figure 4.12). Contrairement à leurs attentes, les auteurs de ce projet n'ont pas observé d'influence du sourire de l'agent conversationnel sur la satisfaction client, ni sur la présence sociale et la personnalisation.

Ces travaux soulignent l'importance des compétences métier et des compétences sociales pour la création d'un sentiment de présence sociale chez les utilisateurs et par conséquent, pour satisfaire la relation de service-client. Ces travaux font échos à notre propre problématique de recherche puisque les comportements amicaux tels qu'ils sont définis dans cette étude partagent des caractéristiques communes avec les comportements associés au concept d'intimité.

La limite principale de cette étude est qu'elle s'appuie sur une interaction, certes, naturelle entre l'utilisateur et l'agent, mais qui ne répond pas à une situation réelle : les participants sont placés artificiellement dans la peau d'un client souhaitant améliorer son offre téléphonique. D'autre part, les participants sont confrontés à un agent virtuel incarné mais non animé. Comme le soulignent les auteurs eux-mêmes, le fait que l'agent ne dispose pas d'expressions faciales dynamiques et contextualisées peut expliquer l'absence d'effet du sourire sur la présence sociale, la personnalisation et la satisfaction client.

En complément, Mimoun et Poncin (2015) ont exploré l'impact sur l'expérience utilisateur d'un ACA déployée sur le site web IKEA. En s'appuyant sur les données d'investigation en condition réelle d'interaction avec l'agent, les chercheurs ont proposé un modèle conceptuel permettant d'expliquer les intentions des utilisateurs et leur satisfaction générale (Figure 4.13).

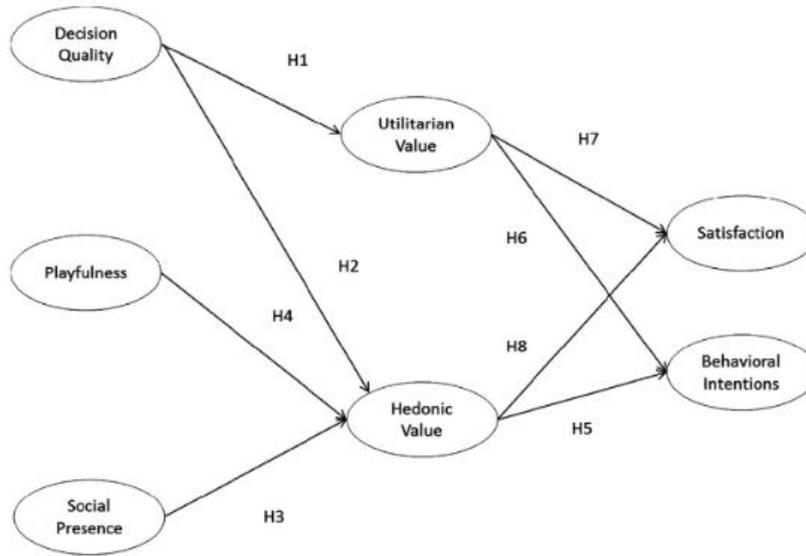


FIGURE 4.13 – Proposition d'un modèle de la satisfaction et de l'intention d'usage des utilisateurs, selon Mimoun et Poncin (2015)

Ce modèle met en évidence une influence de la perception de présence sociale sur la satisfaction et l'intention d'usage des utilisateurs. Cet effet est également médié par la perception de la valeur hédonique de l'ACA.

Contrairement à la plupart des travaux cités précédemment, ce travail de recherche s'appuie sur un ancrage théorique en ergonomie, notamment au travers des travaux sur l'acceptabilité (Davis, 1989). En revanche, les auteurs n'intègrent l'aspect socioémotionnel de l'interaction qu'au travers de la satisfaction utilisateur. Bien que cette proposition de modèle fasse le lien entre la perception de présence sociale et la satisfaction client et l'intention d'usage, cette étude n'apporte pas d'éclairage quant à l'influence de la compétence sociale de l'ACA.

4.4.1 Conclusion

Quelques travaux se sont intéressés à la problématique d'adoption des agents virtuels sociaux, en interrogeant l'influence des comportements de l'agent sur la perception des utilisateurs. Toutefois, la plupart de ces travaux n'ont exploré qu'une dimension de l'interaction humain-machine et manquent d'ancrage théorique en ergonomie et psycho-ergonomie des systèmes. Nous pensons que cette problématique complexe bénéficierait à être appréhendée par le prisme de l'expérience utilisateur et plus particulièrement en se concentrant sur le modèle CUE qui offre une place importante aux réactions émotionnelles des utilisateurs (Mahlke et Thüring, 2007).

Ce qu'il faut retenir. Afin d'apporter une meilleure explicabilité et une meilleure évaluation des interactions humain-machine plusieurs concepts tels que l'utilisabilité, l'acceptabilité ou encore l'expérience utilisateur ont été proposés. L'utilisabilité est centrée sur les performances techniques du système et la perception de celles-ci par l'utilisateur et fait globalement référence à l'utilité et la facilité d'utilisation d'un système. L'acceptabilité est considérée comme un pré-requis à l'adoption de la technologie et se structure en une branche d'acceptabilité pratique, qui s'inspire du concept d'utilisabilité et une branche d'acceptabilité sociale qui fait notamment référence aux valeurs esthétiques, culturelles et sociales que renvoie le système. Ces deux concepts phares ont pour limite majeure de n'inclure que de manière superficielle – au travers de la satisfaction – la dimension émotionnelle des interactions humain-machine, qui représente pourtant une composante centrale de l'usage et qui nécessite d'être considérée pour comprendre et expliquer l'adoption des technologies. Pour pallier cette limite, les chercheurs se sont intéressés à l'expérience des utilisateurs (UX), c'est à dire l'ensemble des perceptions, des affects et des réponses comportementales de l'utilisateur résultants de l'usage effectif ou à priori d'un système, d'un produit ou d'un service. Sur la base de cette définition générale, plusieurs modèles existent dans la littérature et se distinguent, en outre, par la place qu'ils accordent aux émotions des utilisateurs.

Le modèle d'expérience utilisateur CUE (Mahlke et Thüring, 2007) a retenu notre attention car il offre une place centrale aux réactions émotionnelles des utilisateurs, sans pour autant négliger les perceptions des qualités instrumentales et non instrumentales du système. Ce modèle s'inspire du modèle des processus composants de l'émotion (Scherer, 2001), reconnu comme un modèle majeur dans le courant de la psychologie des émotions. Le modèle CUE considère toutefois les émotions comme résultantes des perceptions du système : l'interaction humain-machine n'aurait une influence sur les émotions que de manière indirecte, au travers des perceptions des qualités du système. Nous pensons au contraire que dans le cadre des interactions humain-agent, l'interaction génèrent directement chez l'utilisateur des émotions, qui participent à l'expérience de l'utilisateur et qui par conséquent, interviennent dans le processus d'adoption des ACA.

Actuellement, peu d'études se sont spécifiquement intéressées à l'acceptation et l'adoption des ACAs sociaux. Quelques travaux ont établi une relation entre l'expression de comportements sociaux et la satisfaction ou l'intention d'usage, sans toutefois interroger l'expérience utilisateur dans son ensemble. Pourtant le paysage scientifique en ergonomie des IHM offre un cadre théorique riche et éprouvé pour interroger l'expérience d'interaction des utilisateurs et l'adoption des ACA sociaux. C'est dans cette démarche pluridisciplinaire, alliant psychologie sociale, informatique affective et ergonomie que s'inscrit ce travail de thèse.

Chapitre 5

Problématique de recherche

Les agents virtuels disponibles sur le marché sont actuellement confrontés à une problématique d'adoption. Une des raisons invoquées pour expliquer le manque d'acceptation des ACAs par les utilisateurs concerne la faible considération de la dimension socioémotionnelle des interactions humains-machine et le manque de compétences sociales des agents virtuels. Pourtant la dimension socioémotionnelle de l'interaction constitue une composante centrale de l'usage (Cahour et Lancry, 2011) et les compétences sociales des ACAs sont indispensables pour répondre aux besoins sociaux des utilisateurs et ainsi satisfaire la relation-client (Verhagen *et al.*, 2014).

Parce qu'elle est au coeur des relations humaines et qu'elle apporte des bénéfices personnels et interpersonnels (Prager, 1995), mais également parce qu'elle est en étroite relation avec le sentiment de présence sociale (Gunawardena et Zittle, 1997) et enfin pour sa contribution à la satisfaction de la relation-client (Stern, 1997), l'intimité se distingue comme une compétence sociale privilégiée pour les ACAs. L'intimité se résume succinctement aux interactions dans lesquelles les partenaires révèlent leur vraie personne, s'inscrivent dans un sentiment positif et ressentent une compréhension mutuelle (Prager, 1995). L'intimité est donc un processus de communication émotionnelle qui se manifeste dans les interactions par un ensemble d'expériences perçues et de comporte-

ments verbaux et non-verbaux intimes (Reis *et al.*, 1988; Prager, 1995). En renforçant le sentiment de présence sociale et en accompagnant les utilisateurs dans ce processus de communication émotionnelle, l'intimité virtuelle exprimée par un ACA au cours d'une interaction avec un utilisateur pourrait alors représenter un levier d'amélioration de l'expérience utilisateur afin de tendre vers une plus grande adoption de ces systèmes. Dans ce travail de thèse, nous avons ainsi choisi d'adresser la question de l'intimité virtuelle chez les ACAs et son impact sur la perception de la dimension sociale de l'interaction et sur l'expérience des utilisateurs, dans la perspective d'adoption des ACAs experts auprès du grand public.

Doter les ACAs d'intimité virtuelle peut-il permettre de renforcer la dimension socioémotionnelle de l'interaction, conduire à une meilleure expérience des utilisateurs et ainsi tendre vers une plus grande adoption des ACAs ?

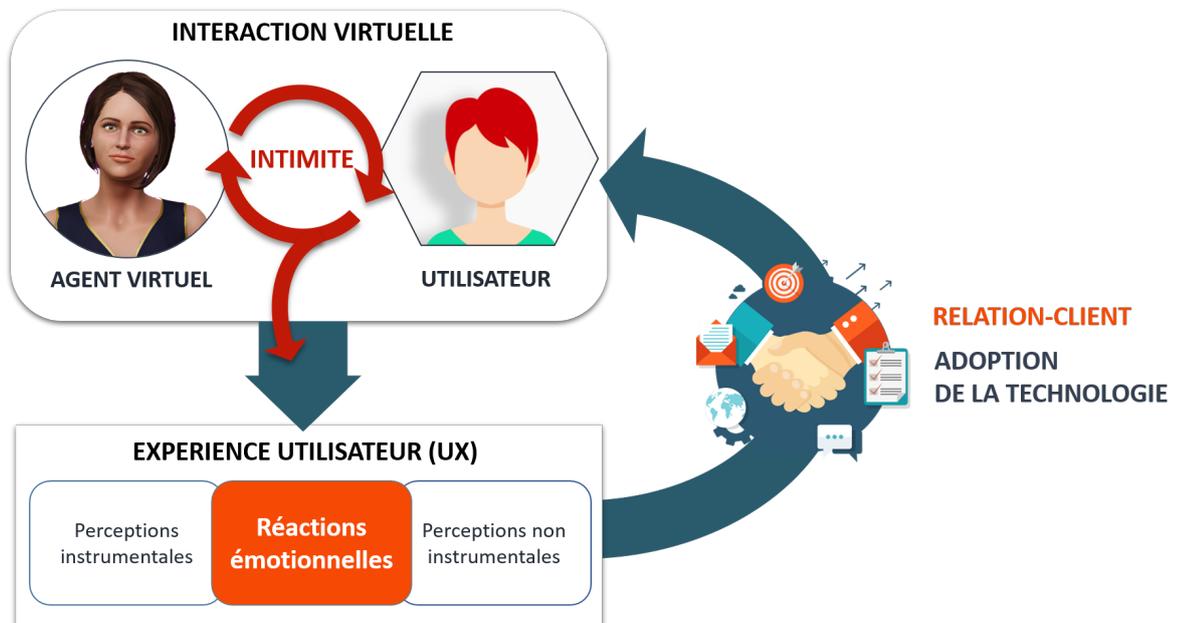


FIGURE 5.1 – Schéma d'illustration de notre problématique de recherche

En adoptant une démarche pluridisciplinaire et en confrontant les champs de la psychologie sociale, de l'informatique affective et de l'ergonomie, nous nous sommes concentrés sur plusieurs questions de recherche :

En nous ancrant principalement dans le cadre conceptuel du modèle transactionnel de Reis *et al.* (1988) et du modèle d'intimité de Prager (1995), nous interrogeons l'adaptabilité des modèles humains de l'intimité au contexte atypique des interactions humain-agent et la manière dont ils rendent compte de l'intimité virtuelle qui se joue potentiellement dans les interactions humain-agent. En outre, la littérature propose une large palette de comportements verbaux et non-verbaux permettant de véhiculer de l'intimité et décrit les interactions intimes à travers une large palette d'expériences. En nous appuyant sur ces comportements et ces expériences, nous souhaitons interroger la capacité des ACAs à exprimer des comportements sociaux pour véhiculer de l'intimité au cours de l'interaction et la capacité des utilisateurs à percevoir cette forme d'intimité dans les interactions avec un ACA. La perception de l'intimité virtuelle véhiculée par un agent est donc au centre de nos préoccupations de recherche : nous souhaitons explorer les déterminants de la perception d'intimité virtuelle dans les interactions humain-agent et les processus sociocognitifs qui la supportent.

Notre questionnement porte d'autre part, sur les conséquences de la perception d'intimité virtuelle pour l'expérience d'interaction de l'utilisateur avec un agent virtuel. L'intimité est en effet considérée comme une sous dimension du phénomène de présence sociale (Gunawardena et Zittle, 1997; Biocca *et al.*, 2003; Short *et al.*, 1976) dont les conséquences sur les perceptions sociales et les comportements des utilisateurs ont largement été rapportées dans la littérature (Oh *et al.*, 2018). Ainsi, nous nous demandons dans quelle mesure, à travers l'induction d'un sentiment de présence sociale chez les utilisateurs, l'intimité virtuelle d'un ACA pourrait influencer les perceptions et les comportements sociaux des individus et conduire à une meilleure expérience d'interaction.

Enfin, nous explorons cette question par le prisme de la psychoergonomie, en adoptant une approche centrée-utilisateur : nous cherchons ainsi à étudier l'incidence de l'intimité virtuelle véhiculée par un ACA sur l'expérience de l'utilisateur et sur ses comportements d'usage. Le modèle CUE (Mahlke et Thüring, 2007) est l'un des seuls modèles de la littérature en ergonomie à mettre en évidence l'importance des émotions dans l'expérience utilisateur. En nous appuyant sur ce modèle d'UX, nous souhaitons d'une part, déterminer comment, au travers des réactions émotionnelles, l'intimité virtuelle véhiculée par un partenaire virtuel d'interaction impacte l'expérience des utilisateurs et d'autre part, identifier le rôle de la présence sociale dans cette équation. Bien que le modèle CUE accorde une place importante aux émotions, nous nous interrogeons sur sa complète capacité à rendre compte de l'expérience utilisateur dans le cadre des interactions humain-agent virtuel revêtant un caractère social : ce modèle est-il parfaitement approprié pour évaluer les interactions humain-agent dans une perspective d'adoption des ACAs ? Rend-il fidèlement compte de la dimension socioémotionnelle de ces interactions ?

La prochaine partie de ce manuscrit est consacrée à notre contribution scientifique. Pour répondre à notre problématique, nous avons dans un premier temps développé un modèle d'intimité virtuelle dédié aux interactions humain-agent en nous inspirant des modèles humains d'intimité interpersonnelle. Ce modèle théorique d'intimité virtuelle ainsi que l'échelle de mesure que nous avons développée en parallèle sont présentés dans le chapitre 6.

Dans un deuxième temps, nous proposons dans le chapitre 7 une approche perceptive de l'intimité. Nous étudions la perception d'intimité virtuelle à travers deux études, l'étude 1 et l'étude 2. La première étude interroge l'impact des comportements intimes véhiculés par l'agent, selon différentes modalités d'expression, sur les perceptions humaines. Cette étude explore donc l'importance de la communication émotionnelle et sociale de l'agent pour la perception d'intimité virtuelle. La seconde étude s'intéresse à la perception de l'intimité

selon qu'elle est véhiculée par un humain ou par un ACA dans le but de déterminer les processus socioperceptifs qui sont spécifiquement impliqués lorsque notre partenaire n'est pas un humain mais un ACA.

Dans un troisième temps, nous proposons dans la Section 8 une approche interactive de l'intimité en interrogeant les perceptions de vrais utilisateurs interagissant sur le terrain avec un ACA expert, capable de répondre aux demandes métiers des utilisateurs et capable d'exprimer des comportements multimodaux intimes. Nous présentons la conception technique de notre ACA autonome et comment celui-ci a été mis à la disposition d'utilisateurs sur le terrain, puis nous présentons deux études interactives (l'étude 3 et l'étude 4). L'étude 3 porte sur l'impact des comportements intimes de notre ACA sur le sentiment de présence sociale et l'expérience des utilisateurs en situation réelle d'interaction. La dernière étude, qui n'a pu être menée à son terme en raison des réglementations sanitaires en réponses à l'épidémie de Covid-19, porte quant-à-elle sur l'importance des comportements intimes de l'ACA dans la construction de la relation et l'expérience utilisateur à plus long-terme.

Notre contribution scientifique est ensuite discutée dans la troisième partie de ce manuscrit de thèse. Nous proposons d'une part, une discussion synthétique ainsi qu'une mise en perspective des résultats de notre recherche. D'autre part, nous exposons les perspectives académiques et industrielles envisagées pour poursuivre nos efforts de recherche orientés vers la conception d'agent virtuels sociaux capables de construire des relations de service satisfaisantes pour les utilisateurs, à long terme.

Deuxième partie

Contributions scientifiques

Chapitre 6

Un modèle d'intimité virtuelle dédié aux agents virtuels

Notre problématique de recherche nous a d'abord conduit à nous interroger sur la validité des modèles théoriques de l'intimité interpersonnelle et leur adaptation aux interactions humain-ACA. La littérature relative au concept d'intimité est riche, si bien que les contours et les dimensions de ce construit sont encore aujourd'hui difficiles à arrêter strictement. Nos recherches nécessitant un cadre théorique structuré autour de l'intimité et adapté aux particularités des interactions entre humains et agents virtuels, nous avons opté pour la conception d'un modèle d'intimité virtuelle dédié aux ACAs sociaux.

Ce chapitre présente dans une première section, le modèle théorique que nous proposons pour concevoir et étudier l'expression d'intimité chez les agents virtuels. Notre modèle d'intimité virtuelle s'inspire en majeure partie des modèles d'intimité interpersonnelle décrits dans notre état de l'art et a pour objectif de proposer une vision unifiée de ses différentes composantes souvent discutées séparément dans la littérature. Ce modèle présente l'intimité comme un processus dyadique et dynamique en s'inspirant principalement des modèles de Reis *et al.* (1988) et Prager (1995). L'intimité virtuelle est décrite dans notre modèle selon 3 dimensions principales qui ont été largement discutées dans la

littérature humaine mais rarement intégrées dans une vision commune de l'intimité : (1) l'honnêteté et l'authenticité, (2) la positivité et (3) la compréhension mutuelle.

Tout en s'appuyant fondamentalement sur les représentations de l'intimité interpersonnelle issues de la psychologie humaine, notre modèle théorique prend également en considération les contraintes spécifiques de la communication des ACAs et la composante virtuelle de l'interaction. En outre, notre modèle d'intimité virtuelle et son échelle de mesure appréhendent le processus d'intimité virtuelle humain-agent avec un angle de vue privilégiant l'exploration de l'expression d'intimité chez un agent virtuel et la perception d'intimité chez son partenaire humain. De ce fait, ce modèle n'intègre que les éléments de communication qui sont à disposition des ACAs, c'est à dire une communication verbale et non-verbale multimodale rendue possible par l'incarnation et l'animation de l'agent. Ce modèle délaisse en revanche d'autres aspects de l'intimité qui, à l'heure actuelle, ne sont pas (ou peu) retranscrits par les ACAs, notamment les aspects sensoriels et charnels. A terme, ces aspects de la communication intime pourront être agrégés à notre modèle actuel.

Dans une seconde section, nous présentons l'échelle de mesure de l'intimité virtuelle que nous avons développé pour évaluer la perception d'intimité virtuelle dans le cadre des interactions impliquant un ACA. Cette échelle a pour objectif de proposer un outil psychométrique basé sur l'expression des comportements intimes et reprend les dimensions de l'intimité virtuelle que nous avons définies dans notre modèle théorique : (1) honnêteté et l'authenticité, (2) positivité et (3) compréhension mutuelle. Notre échelle s'inspire de plusieurs travaux proposés dans la littérature et permet d'unifier les différentes composantes de l'intimité virtuelle dans une même échelle. Comme le rapportent Leonard *et al.* (2014), la plupart des échelles de mesure de l'intimité dans la littérature s'intéressent aux ressentis subjectifs plutôt qu'aux comportements. Or, notre objectif de recherche est dans un premier temps d'étudier la percep-

tion humaine des comportements intimes d'un ACA, ce que les échelles existantes ne nous permettent pas (ou peu) de faire. D'autre part, la plupart des outils psychométriques dans la littérature sont développés dans une démarche clinique et permettent d'appréhender les dysfonctionnements relationnels des individus, souvent dans leurs relations de couple. Au contraire, nos travaux portent sur l'expression « ordinaire » de l'intimité chez un ACA en contexte professionnel d'interaction. Les éléments déterminants pour l'intimité dans les relations amoureuses sont relativement différents de ceux permettant d'instaurer de l'intimité dans une relation de service-client : les marques d'affection, les moments tendres ou le contact ne sont par exemple pas appropriés pour instaurer de l'intimité dans une relation de service alors qu'ils le sont dans un contexte conjugale. Ainsi, dans une perspective centrée sur le comportement de l'ACA, nous avons développé une échelle de mesure de l'intimité virtuelle dans les interactions humain-ACA, qui s'adresse particulièrement aux relations de services.

6.1 Un modèle théorique d'intimité virtuelle

Notre proposition de modèle d'intimité virtuelle, illustré dans la Figure 6.1, s'inspire de la littérature relative aux relations interpersonnelles (Section 2.1) et a été principalement développé dans une perspective de conception et d'évaluation des interactions avec des agents virtuels dans des contextes professionnels et de la vie quotidienne. S'inspirant majoritairement des travaux de Prager (1995) et Reis *et al.* (1988), notre modèle d'intimité se structure autour de l'expression et de la perception de comportements d'intimité. D'une part, notre modèle s'inscrit dans une démarche d'accompagnement du processus de conception d'un agent virtuel capable de se comporter comme un véritable partenaire social d'interaction. D'autre part, ce modèle représente selon nous un socle approprié à l'exploration des perceptions humaines en lien avec un ACA exprimant des compétences sociales. Bien que notre modèle d'intimité virtuelle se structure autour de l'expression multimodale de l'intimité au travers de comportements verbaux et non-verbaux, son fondement théorique s'applique à tous les agents conversationnels, qu'ils soient animés ou non.

A travers notre proposition de modèle théorique nous souhaitons restituer, au moins en partie, les multiples facettes associées au processus d'intimité. Ainsi, l'intimité virtuelle est décrite dans notre modèle comme un concept tridimensionnel articulé autour des principes d'honnêteté et d'authenticité, de positivité et de compréhension mutuelle. Ce modèle fait également apparaître les processus dynamiques d'expression et de perception des comportements d'intimité et intègre des aspects de régulation de ces processus.

Les sous-sections suivantes sont dédiées à la description des dimensions et des mécanismes illustrés dans le modèle.

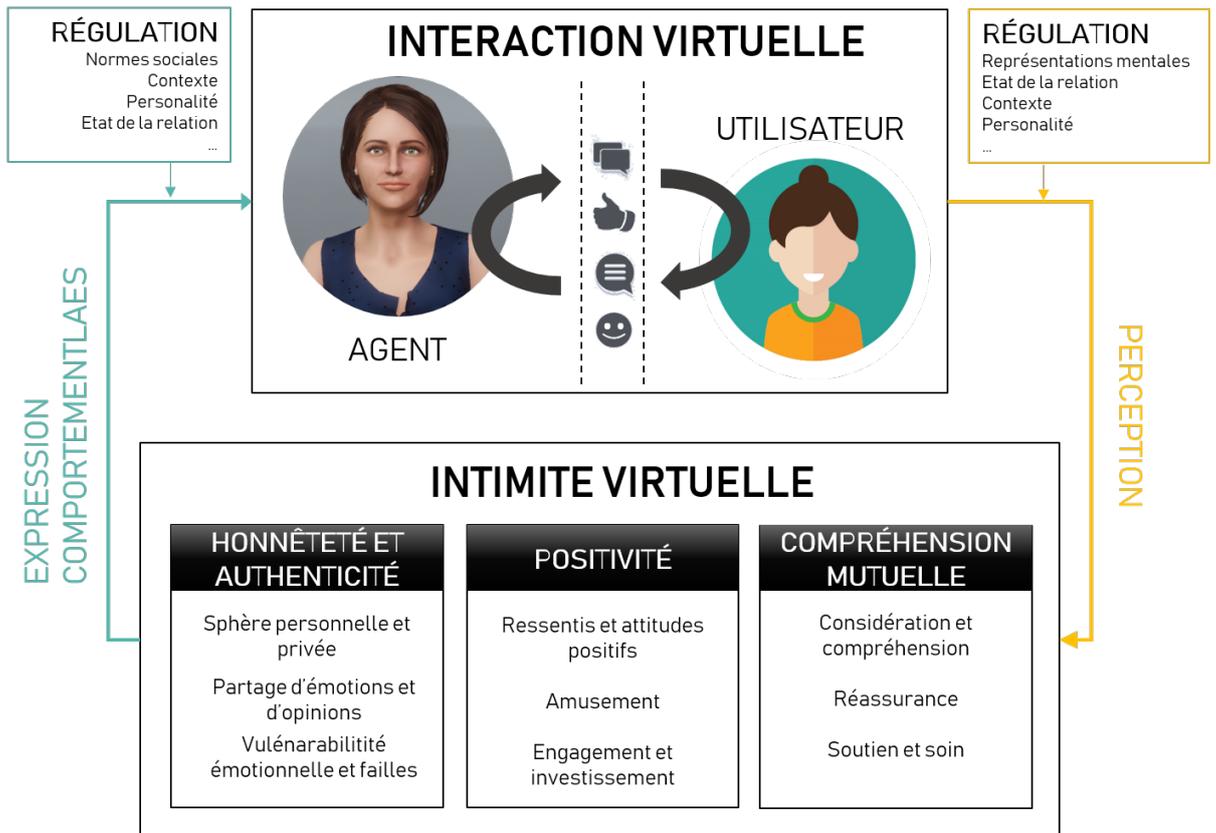


FIGURE 6.1 – Proposition d'un modèle théorique d'intimité virtuelle dédié aux interactions humain-ACA.

6.1.1 Honnêteté et authenticité

L'honnêteté et l'authenticité est, des trois dimensions constitutives de notre modèle, celle qui a reçu le plus d'intérêt dans la littérature scientifique et qui plus est, celle qui fait le plus échos au sens commun du terme intimité. Cette dimension est par essence associée au « soi véritable » et pourrait s'apparenter à l'ensemble des comportements qui se rapportent au soi et témoignent de la véritable nature de l'individu. Dans cette démarche, nous soutenons que cette dimension se démarque comme l'un des principaux leviers de l'intimité virtuelle dans les interactions humain-agent.

Cette première dimension de notre modèle se manifeste à travers la révélation d'informations personnelles ou privées, pouvant parfois nuire à l'individu en cas de trahison. L'honnêteté et l'authenticité se rapportent également à la libre expression des produits de la pensée. En outre, il s'agit des comportements verbaux d'expression des sentiments et des ressentis, des comportements de partage d'une évaluation émotionnelle ou d'un jugement d'une situation donnée, ainsi que des comportements d'expression d'une opinion personnelle (Altman et Taylor, 1973; Reis *et al.*, 1988). Autrement appelé self-disclosure, ce comportement est typique du processus d'intimité interpersonnelle et les problématiques qui en émanent permettent d'une part, d'identifier les personnes souffrant de troubles et de peur de l'intimité et d'autre part, sont parfois aussi des antécédents d'autres troubles relationnels (Descutner et Thelen, 1991). Les comportements de self-disclosure ont été largement étudiés dans la littérature relative aux relations impersonnelles (Miller *et al.*, 1983; Laurenceau *et al.*, 1998) et par la suite, ont imprégné le domaine de l'informatique affective pour nourrir les travaux relatifs aux agents virtuels sociaux (Zhao *et al.*, 2014; Lucas *et al.*, 2014; Bickmore *et al.*, 2005). Les recherches rapportent que les self-disclosures sont des comportements verbaux pouvant traduire un niveau d'intimité variable (Burger *et al.*, 2016a) et sont associés à des comportements non-verbaux spécifiques – hochement et inclinaison de la tête, pause, aversion

du regard – dont l'expression dépend du niveau d'intimité (Kang *et al.*, 2012). En effet, le processus de libre expression des ressentis et émotions implique également des comportements non-verbaux, tel l'expression faciale d'une émotion ou l'expression d'une gestuelle orientée vers soi, qui reflètent l'état émotionnel et les intentions de l'individu.

Bien que les travaux sur l'honnêteté et l'authenticité se sont principalement concentrés sur « le soi » et ont privilégié une approche auto-centrée de l'individu, cette dimension fait également écho à des aspects plus interpersonnels (Lopez et Rice, 2006). D'après les auteurs, être honnête et authentique, c'est effectivement prendre le risque de se confronter à l'autre et d'être soumis à son jugement. Ainsi, la capacité à exprimer son soi véritable réside dans l'acceptation de ses propres faiblesses et de sa vulnérabilité émotionnelle, sans toutefois se laisser happer par une interaction négative, blessante ou traumatisante. Cette dimension de l'intimité fait donc dans une certaine mesure appelle à l'ouverture d'esprit et à la capacité d'admettre et d'accepter sa propre personne avec ses défauts, ses faiblesses et ses erreurs : c'est être transparent avec soi même et avec les autres, même lorsqu'il s'agit des pires aspects de soi.

L'importance du soi tient donc une place centrale dans la conceptualisation de l'intimité interpersonnelle et nous avons souhaité la retranscrire dans notre modèle. Toutefois, la notion du « soi » apporte avec elle des questions fondamentales lorsqu'il s'agit de la transposer à notre contexte d'interactions humain-agent virtuel : un agent virtuel intime devrait-il bénéficier d'un « soi virtuel » ? Comment le soi virtuel de notre agent devrait-il alors être imaginé ? Devrait-il être semblable à un « soi humain » ?

Un peu à la manière des agents-BDI (*e.g.* Rao *et al.* (1995)), nous avons pris le parti de considérer qu'en tant que partenaire social d'interaction, un agent virtuel devrait bénéficier d'une représentation sociale et d'une « pensée virtuelle » incluant des connaissances, des préférences, une mémoire et des opinions. Les connaissances de l'agent virtuel sont en l'occurrence dans ce travail,

des connaissances sur le monde et des connaissances métier relatives au domaine d'expertise. Les préférences et les opinions de l'agent virtuel s'appuient sur son expérience professionnelle et permettent ainsi de répondre aux principes d'honnêteté et d'authenticité, tout en restant compatibles avec la nature virtuelle de l'agent et sans glisser vers une confusion agent/humain aux yeux des utilisateurs.

En résumé. La dimension Honnêteté et Authenticité se réfère au soi. Elle inclut l'ensemble des révélations d'expériences personnelles ou privées ainsi que le partage des émotions et des opinions. Cette dimension fait également référence à la vulnérabilité émotionnelle et à l'expression de ses difficultés, échecs et faiblesses.

6.1.2 Positivité

Dans notre modèle, l'intimité virtuelle fait appel à la notion de positivité, c'est à dire l'ensemble des comportements qui témoignent de sensations, de ressentis ou d'émotions positives envers les membres de l'interaction et l'interaction elle-même. En effet, par essence, les relations intimes sont considérées comme des relations « positives » et sont sources de multiples bienfaits sociaux et psychologiques (Reis *et al.*, 1988; Lomanowska et Guitton, 2016). Concrètement, les personnes souffrant d'un manque d'intimité dans leurs relations présentent plus souvent des troubles dépressifs, des altérations de la représentation de soi et d'autres pathologies relationnelles (Descutner et Thelen, 1991). Ainsi, la positivité est reconnue dans la littérature comme une stratégie puissante pour entretenir des relations intimes et romantiques (Stafford et Canary, 1991). Par extension, nous postulons que la positivité est l'un des critères principaux nécessaires aux ACAs pour promouvoir l'intimité des interactions avec un utilisateur.

La positivité est associée dans notre modèle à l'expression et l'expérience de sentiments et ressentis positifs vis à vis de l'interaction, mais également vis-à-vis du partenaire et de soi. La positivité peut s'exprimer au travers des comportements verbaux : être poli(e), amusant(e), joyeux(se) ou optimiste sont autant de comportements qui favorisent la positivité selon Miller (2015). D'autres auteurs se sont intéressés aux déterminants non-verbaux de la positivité et rapportent notamment que sourire, regarder son interlocuteur dans les yeux (Tickle-Degnen et Rosenthal, 1990), hocher la tête ou encore rire de manière détendue (Burgoon et Le Poire, 1999) permet de renforcer la sensation de positivité au sein de la dyade.

La positivité fait également écho à la notion d'amusement et se rapporte à la dynamique du plaisir et des sensations agréables. Burgoon et Le Poire (1999) ont par exemple montré que l'expression non-verbale d'une expérience agréable est systématiquement associée à une plus grande perception d'intimité du message relationnel associé. En effet, plus nous faisons l'expérience d'interactions agréables dans lesquelles nous prenons du plaisir, plus nous avons tendance à ressentir des émotions et des sentiments positifs qui nous impactent positivement et nous incitent à adopter en retour une attitude agréable. Réciproquement, plus nous percevons d'attitudes positives chez notre interlocuteur et plus nous nous sentons épanoui(e)s et engagé(e)s dans un échange positif.

Finalement, nous considérons la dimension de positivité au travers de l'engagement et de l'investissement personnel et émotionnel impliqués dans l'interaction. En effet, plus nous ressentons de sentiments et d'émotions positives au cours d'un échange et plus nous sommes enclin à nous investir personnellement dans l'interaction et à faire en sorte qu'elle puisse se poursuivre, se reproduire et s'intensifier. Ainsi d'après Liang *et al.* (2009a), les comportements d'engagement relationnel se reflètent par un intérêt à s'investir dans l'interaction et une volonté de fournir des efforts pour la conserver, l'entretenir et la nourrir. A plus long terme, cette notion s'apparente au désir de conserver des relations qui

sont importantes et ont de la valeur et à la volonté d'appartenir à un groupe social (Hanna et Richards, 2018). Les travaux de Veutgen *et al.* (2018) portant sur l'engagement des agents virtuels dans des activités sociales ont notamment démontré qu'au delà de la communication verbale, l'investissement dans une interaction peut s'exprimer chez les ACAs au travers d'une communication non-verbale impliquant des postures corporelles, des expressions faciales et des regards.

La positivité d'un ACA s'exprime ainsi à travers une communication verbale et non-verbale intime, par une attitude positive, agréable et enjouée dans l'interaction, traduisant du niveau d'appréciation de l'ACA à interagir avec son partenaire. L'agent peut aussi témoigner de son intérêt et son investissement en faveur de l'échange et du partenaire. En revanche, certains aspects de la positivité ne peuvent être retranscrits dans les comportements d'un ACA, qui plus est, en situation d'échange professionnel. Notamment, la notion de plaisir se cantonne classiquement à l'expérience d'un moment agréable sans impliquer d'aspects sensoriels et charnels. Plus globalement, ces aspects ne sont pas considérés dans notre modèle, car ils ne répondent pas aux contraintes des relations de service et ne sont pas (ou peu) envisageables.

En résumé. La dimension de positivité est multifacette et implique l'ensemble des ressentis et émotions positives. D'une part, cette dimension se rapporte à l'expression de sentiments, d'émotions et d'attitudes positives à l'égard de l'interaction et du partenaire. D'autre part, cette dimension fait écho à l'amusement et au plaisir. Enfin, la dimension de positivité s'entend à travers l'engagement et l'investissement dans l'interaction.

6.1.3 Compréhension mutuelle

La troisième dimension de notre modèle théorique d'intimité virtuelle s'attache à la compréhension mutuelle des partenaires de l'interaction. En s'appuyant sur le modèle de Reis *et al.* (1988) qui considère l'intimité comme un processus interpersonnel, Laurenceau *et al.* (2005) postulent que l'intimité doit nécessairement être réciproque pour exister dans une interaction. L'intimité, en tant que processus dyadique, doit impliquer une compréhension mutuelle de la part des deux partenaires de l'interaction. Dans notre modèle, cette dimension fait donc référence à l'ensemble des comportements qui témoignent de la reconnaissance d'autrui et qui répondent au besoin d'être compris et entendu en tant qu'individu. Nous postulons que la capacité des ACAs à répondre au besoin humain de compréhension et de reconnaissance est nécessaire pour engager un processus dynamique interpersonnel avec l'utilisateur et renforcer l'intimité virtuelle de l'interaction.

Dans notre modèle, la compréhension mutuelle se rapporte au besoin d'être écouté(e), compris(e) et considéré(e) par autrui et se manifeste par l'ensemble des comportements qui permettent de répondre à ce besoin (Reis *et al.*, 1988). Sabbadini *et al.* (2018) ont d'ailleurs proposé que « le besoin d'écouter et d'être écouté, ainsi que le besoin de voir et d'être vu est vital dans toutes les relations d'adultes et tout particulièrement dans les relations intimes : si notre voix et nos mots sont ignorés, alors nous pouvons avoir le sentiment d'être invalidé(e), ou pire de se sentir anéanti(e) dans notre identité ». La compréhension mutuelle a d'abord attiré à la reconnaissance de l'autre : c'est à dire la considération de tous les aspects qui font d'une personne ce qu'elle est pour mieux comprendre ses ressentis, ses perceptions et ses comportements. C'est également considérer l'autre dans son individualité, comme une personne à part entière et unique. L'idée de reconnaissance de l'autre passe également par la reconnaissance des interactions passées et l'ensemble des informations qui ont été livrées par le partenaires au cours de celles-ci.

Aussi, la compréhension mutuelle fait écho aux sentiments de réassurance et de confiance régulièrement associés aux relations intimes dans la littérature. D'après Reis (2013), percevoir du ou de la partenaire qu'il ou elle est alerte et prêt(e) à répondre à nos besoins, est inhérent à l'émergence du lien émotionnel et est étroitement lié aux relations intimes. Ce sentiment est d'ailleurs primordial dans les relations intimes qui impliquent l'enfant et son parent et joue un rôle critique dans le processus d'attachement. Son importance a également été soulignée dans des travaux impliquant des relations entre humains et robots sociaux (Birnbaum *et al.*, 2016). L'expression de comportements rassurants, notamment au travers de stratégies verbales de réassurance (Birnbaum *et al.*, 2016), ou encore au travers de postures vers l'avant, d'expressions faciales positives, de hochements de tête ou de regards (Mottet *et al.*, 2004), renseigne sur la sensibilité de l'individu à répondre aux besoins de l'autre (« responsiveness ») et augmente le sentiment de sécurité et d'assurance du partenaire.

Enfin, cette troisième dimension de notre modèle se rapporte au soutien ainsi qu'à l'attention et l'affection apportés au partenaire. En outre, encourager et soutenir l'autre prend une place toute particulière dans les relations affectives ou de soin à la personne, qui s'établissent notamment dans des contextes de soin infirmiers, de puériculture, d'éducation ou de gériatrie et est plus globalement inhérente à toutes les formes de relations intimes. Comme l'illustre les exemples précédents, le soutien et l'affection sont évidemment dépendants de la nature de la relation entretenue et dans un contexte professionnel pourraient s'exprimer à travers la volonté d'être attentif aux besoins et aux attentes de la clientèle.

La compréhension mutuelle est donc une composante essentielle des relations humaines et elle apparaît comme un enjeu majeur pour le développement de l'intimité virtuelle entre humains et ACAs. Effectivement la compréhension mutuelle nécessite la (re)connaissance du partenaire, de ce qu'il est, de qui il est, de ses besoins, ses attentes et ses expériences passées. D'un point de vue technique, cette dimension nécessite que l'ACA soit capable de se représenter

l'autre et qu'il soit capable de se comporter en fonction de cet autre. Aussi, la compréhension mutuelle est une dimension particulière de l'intimité virtuelle en cela que son expression peut se confondre avec l'expertise professionnelle de l'ACA. Répondre aux besoins de son partenaire peut être interprété comme une preuve d'intimité, mais ce comportement est également une preuve de professionnalisme et d'expertise dans un contexte de relation-client. La compréhension mutuelle a donc une double casquette et nourrit la dimension sociale et professionnelle de l'ACA.

En résumé. La dimension de compréhension mutuelle fait naturellement référence à la considération et la compréhension réciproque des deux partenaires. Cette dimension se rapporte également à réassurance et à la revalorisation du partenaire. Enfin, cette dimension se rattache au fait de prendre soin et de soutenir l'autre.

6.1.4 Antécédents et régulation

Inspirés de la littérature, nous proposons que l'expression de comportements intimes et leur perception soient dépendantes d'antécédents et soient régulées en fonction des caractéristiques de l'individu, du contexte et de l'interaction.

A) Régulation de l'expression d'intimité

Tout comme l'intimité chez l'être humain (Reis *et al.*, 1988; Prager, 1995), nous proposons que l'intimité virtuelle soit considérée comme un modèle dynamique interpersonnel impliquant les deux membres de la dyade. Un premier processus de régulation de l'expression d'intimité chez l'individu se met en place en réponses aux comportements et attitudes perçus de la part du partenaire d'interaction. Par exemple, plusieurs travaux ont mis en évidence l'importance de la réciprocité dans les comportements intimes et montrent que l'expression de self-disclosures augmente la probabilité que le partenaire exprime à son tour une self-disclosure (Laurenceau *et al.*, 1998; Moon, 2000). Ainsi, l'expression d'intimité est à la fois dépendante des comportements d'autrui exprimés au cours de l'interaction mais également de l'historique d'interactions ou de relation avec ce partenaire. Dans cette veine, nous proposons que le niveau de connaissance du partenaire, pouvant être assimilé d'une certaine manière à l'historique de la relation, soit considéré comme une caractéristique de régulation de l'expression d'intimité. En effet, nous pouvons supposer que, comme dans les relations humaines (Hinde, 1981; Prager, 1995), la construction de la relation répond à un certains décours temporel et s'accompagne de comportements intimes spécifiques à cette temporalité.

Nous proposons également que le processus d'intimité soit en partie dépendant des caractéristiques de l'individu et soit notamment influencé par la personnalité. Effectivement, une relation entre profils d'intimité (statuts) et personnalité a été établie dans la littérature (Orlofsky, 1978) et nous conduit à penser que la personnalité de chaque individu influence la manière dont sont

exprimés les comportements intimes au sein des relations. De nombreux autres travaux ont aussi mis en évidence l'impact des troubles et pathologies de l'esprit sur le processus d'intimité (Prager, 1995). Enfin, Reis *et al.* (1988) évoquent l'influence sur l'expression d'intimité des caractéristiques individuelles, au travers des besoins, des désirs et des peurs propres à chaque individu. Nous proposons ainsi que l'expression d'intimité virtuelle soit elle aussi régie par les motivations personnelles des individus.

En complément, nous faisons l'hypothèse que le contexte de l'interaction (*e.g.* environnement professionnel, normes sociales, intentions et bénéfices interpersonnels) joue un rôle dans l'expression des comportements d'intimité dans les interactions humain-agent. Nous pensons par exemple que le respect des codes sociaux en vigueur dans le contexte d'interaction considéré a pour conséquence de modifier la manière dont un individu exprime des comportements d'intimité.

Ainsi, notre modèle d'intimité virtuelle propose que les caractéristiques de l'interaction (perception des comportements d'autrui et antécédents), les caractéristiques personnelles de l'individu (*e.g.* personnalité, pathologies et troubles, motivations) et le contexte social de l'interaction (*e.g.* norme social, environnement) soient reconnus comme des régulateurs de l'expression d'intimité virtuelle dans les interactions humain-agent.

B) Régulation de la perception d'intimité

De même que les comportements d'intimité sont sujets à régulations, nous proposons que la perception d'intimité soit sous l'influence de différents facteurs.

Nous postulons que la perception d'intimité virtuelle, tout comme l'intimité interpersonnelle, est influencée par des filtres d'interprétation propres à chaque individu (Reis *et al.*, 1988). D'après les auteurs, ces filtres d'interprétations reposent dans les interactions humaines sur la représentation mentale que

l'individu se fait de l'autre, de soi et de l'interaction. Ainsi, un même comportement, tel que pleurer, pourra être interprété comme un signe de faiblesse ou une preuve du courage selon l'individu concerné. De même, la manière dont est perçu le comportement de l'autre peut également dépendre de la manière dont l'individu se représente et se considère : un rire pourra passer pour sympathique ou moqueur selon la représentation que l'individu a de lui-même globalement et au cours de l'échange. Dans cette même veine et en nous inspirant des travaux de Burgoon et Hale (1988), nous proposons que la perception d'intimité virtuelle soit influencée par les antécédents de l'individu et notamment ses interactions passées. À travers son expérience, l'individu se construit une représentation de l'intimité et des comportements intimes d'autrui attendus et adéquates selon les contextes.

Ainsi, il se peut que les représentations mentales que se font les individus à l'égard des ACAs influencent la manière dont ils en perçoivent l'expression d'intimité. Les expériences passées d'interaction avec d'autres agents virtuels ou toutes autres formes d'intelligence artificielle ont aussi probablement façonné la manière dont les gens se représentent les ACAs. La représentation et la conceptualisation des affects chez les ACAs est également une construction mentale qui pourrait influencer la perception d'intimité chez les utilisateurs d'ACAs.

Nous avons proposé précédemment que le processus d'intimité, dans sa globalité, soit influencé par les caractéristiques personnelles de l'individu. De même que l'expression d'intimité est influencée d'après-nous par la personnalité, les troubles et dysfonctions psychologiques de l'individu, ainsi que ses motivations personnelles, nous postulons par ailleurs que la perception d'intimité est également sensible à ces facteurs de régulation.

Tout comme l'expression d'intimité, la perception des comportements d'autrui apparaît, selon nous, dépendante du contexte de l'interaction.

Conclusion. Ainsi, notre modèle d'intimité virtuelle propose que les représentations mentales de l'individu et ses antécédents, ainsi que ses caractéristiques personnelles (*e.g.* personnalité, pathologies et troubles, motivations) et le contexte de l'interaction (*e.g.* norme social, environnement) soient reconnus comme des facteurs de régulation de la perception d'intimité virtuelle dans les interactions humain-agent.

6.1.5 Conclusion

Nous proposons un modèle d'intimité virtuelle dédié aux ACAs (Figure 6.1) qui s'articule autour de 3 dimensions majeures et qui implique des processus dyadiques d'expression et de perception de comportements multimodaux, régulés par des facteurs internes et externes. Ce modèle est proposé pour répondre aux spécificités et aux contraintes des interactions humains-agents virtuels ; par conséquent, certaines dimensions de l'intimité, tels que ses aspects sensoriels et charnels, ne sont pas rapportés dans ce modèle. D'autre part, ce modèle théorique a été élaboré dans une démarche de conception d'ACAs capables d'exprimer des compétences sociales et avec pour ambition d'améliorer l'expérience des utilisateurs et la relation-client. Bien qu'il s'appuie principalement sur des théories initialement basées sur les relations amoureuses, notre modèle s'inspire également de travaux portés par d'autres formes de relations intimes (Stern, 1997) et s'adresse tout particulièrement aux interactions humain-agent répondant à une situation professionnelle ou de service.

En complément de ce modèle théorique, notre questionnement de recherche nous a poussé à construire une échelle de mesure de l'intimité virtuelle, « Virtual Intimacy Scale » (VIS) pour évaluer l'intimité perçue dans l'interaction au travers des comportements de l'ACA.

6.2 Une échelle de mesure de l'intimité virtuelle (VIS)

Notre travail de recherche vise dans une première étape à évaluer la perception humaine des comportements sociaux exprimés par un ACA afin de mieux comprendre les mécanismes sociocognitifs impliqués et dans le but de déterminer la portée de ces comportements sociaux sur l'expérience utilisateur. Toutefois en l'état de nos connaissances, aucun outil psychométrique existant ne permet de mesurer la perception d'intimité associée à l'expression de comportements intimes chez un agent virtuel dans un contexte d'interaction professionnelle avec un humain. Le paysage scientifique autour des agents virtuels sociaux ne compte que peu d'outils d'évaluation des comportements sociaux chez les ACAs. Cerekovic *et al.* (2016) sont parmi les rares travaux à proposer une échelle de mesure validée du rapport dans les interactions humain-agent.

En nous inspirant d'outils psychométriques existants et en nous basant sur le modèle conceptuel présenté précédemment, nous avons construit une échelle de mesure de l'intimité virtuelle, la *Virtual Intimacy Scale* (VIS) (Table 6.1). Cet outil a pour objet d'évaluer la perception d'intimité virtuelle associée à l'expression de comportements intimes chez un agent virtuel en situation d'interaction. Cette échelle propose une vision unifiée des différentes composantes de l'intimité, rarement retrouvée dans un même outil de mesure dans la littérature. Contrairement à la plupart des échelles existantes qui se concentrent sur les dysfonctionnements relationnels associés à l'intimité dans les relations amoureuses, notre échelle de mesure est particulièrement adaptée aux interactions humain-ACA dans un contexte occasionnel ou professionnel (vente, service). Cette échelle de mesure appréhende l'intimité par le prisme du comportement, contrairement à la plupart des échelles cliniques proposant une approche basée sur l'expérience subjective du patient. Notre échelle a également la particularité d'avoir été développée en langue française.

6.2.1 Construction des items

La construction de notre échelle s'est faite principalement sur la base d'échelles de mesure existantes et en adéquation avec notre propre proposition de modèle théorique.

Dans cette démarche, nous nous sommes principalement inspirés de l'échelle de l'intimité pour la psychothérapie analytique fonctionnelle (FAPIS) proposée par Leonard *et al.* (2014). L'échelle FAPIS est un outil d'auto-évaluation qui s'adresse à la fois à une pratique clinique et de recherche et qui a pour fonction d'évaluer l'expression des comportements associés à l'intimité. Cette échelle de mesure est particulièrement pertinente pour notre propos puisque, comme l'évoquent les auteurs eux-mêmes, l'échelle FAPIS se rapporte spécifiquement aux réactions et comportements intimes des individus au cours de leurs interactions avec un partenaire cible (Leonard *et al.*, 2014). En se concentrant particulièrement sur les comportements intimes, cet outil nous a semblé constituer un socle théorique solide pour la construction de notre propre échelle de mesure. Nous avons alors décortiqué la structure de cette échelle qui comprend 14-items répartis en 3 facteurs : *Ressentis et sentiments cachés* (5 items), *Expression de sentiments positifs* (4 items) et *Honnêteté et authenticité* (5 items). Ce dernier facteur *Honnêteté et authenticité* – qui a d'ailleurs donné son nom à notre premier facteur (F1) – répond parfaitement à notre conceptualisation théorique de l'intimité virtuelle et a ainsi été retenu dans son intégralité (5 items) pour nourrir notre échelle. 2 items supplémentaires issus du facteur *Expression de sentiments positifs* ont également été retenus et ont été associés à 2 items issus du Questionnaire McGill de l'amitié (Mendelson et Aboud, 2012) pour former notre second facteur F2 *Positivité* (4 items). Le troisième facteur de notre échelle, F3 *Compréhension mutuelle* (6 items) s'est inspiré de 2 items portés par le facteur *intimité* de l'échelle de l'amour triangulaire de Sternberg (1988). 4 items supplémentaires ont été créés pour répondre à la dimension de compréhension mutuelle décrite dans notre modèle.

6.2. UNE ÉCHELLE DE MESURE DE L'INTIMITÉ VIRTUELLE (VIS)

A l'issue de cette étape, nous avons reformulé et adapté les affirmations associées à certains items afin qu'elles soient compatibles et appropriées aux contextes professionnels d'interactions humain-agent. Nous avons également adapté nos items afin de permettre à notre échelle d'évaluer la perception de l'intimité à la fois du point de vue du partenaire (perspective à la 1^{ère} personne) et du point de vue d'un observateur externe (perspective à la 3^{ème} personne). Pour finir, nous avons traduit en langue française les items provenant d'échelles de mesure existantes.

Notre échelle de mesure se présente sous la forme d'un curseur et pour chaque item, les participants doivent renseigner leur degré d'accord avec l'affirmation proposée sur une échelle de 0% à 100%. Contrairement à la plupart des échelles de mesure de l'intimité dans la littérature qui emploient des échelles de Likert (graduation de 1-5 ou 1-7), nous avons choisi de proposer une graduation de 0-100% afin de récolter une mesure plus fine du niveau d'intimité virtuelle perçu par les participants.

Notre proposition d'échelle, présentée dans la Table 6.1 comporte ainsi 15 items répartis en 3 facteurs F1 *Honnêteté et Authenticité* (5 items), F2 *Positivité* (4 items) et F3 *Compréhension mutuelle* (6 items). Cette échelle a été développée pour évaluer la perception d'intimité associée à l'expression, en contexte d'interaction, de comportements intimes par un agent virtuel.

6.2. UNE ÉCHELLE DE MESURE DE L'INTIMITÉ VIRTUELLE (VIS)

TABLE 6.1 – Proposition d'une échelle de mesure de l'intimité virtuelle (VIS)

Items Originaux N=15 (traduction)	N°	Fact.
A a été spontanée avec B (A behaved spontaneously with B)	1	
A s'est dévoilée à B (A exposed her true self to B)	2	
A a montré ses faiblesses à B (A revealed to B what were her shortcomings)	3	F1
A a donné son avis à B (A gave her opinion to B)	4	
A a exprimé ses émotions à B (A shared her emotions with B)	5	
A a apprécié échanger avec B (A enjoyed her interaction with B)	6	
A a été avenante avec B (A was kind and forthcoming with B)	7	F2
A a cherché à se rapprocher de B (A attempted to get closer to B)	8	
A a été serviable avec B (A was helpful with B)	9	
A se souvient de B (A remembers B)	10	
A a compris B (A understood B)	11	
A a été crédible avec B (A was credible with B)	12	F3
A a inspiré confiance à B (A provided confidence and trust to B)	13	
A était disposée à écouter les problèmes de B (A was willing to listen to B's problems)	14	
A s'est souciée de B (A cared about B)	15	
Item d'intimité commune (traduction)		
Quel est le degré d'intimité véhiculée par A au cours de cet échange? (What was the intimacy degree conveyed by A during this exchange?)		
Item contrôle (traduction)		
A a interrompu B à plusieurs reprises (A interrupted B many times)		

*Note*¹. Un item de mesure commune de l'intimité a été ajouté à notre échelle pour en évaluer la fiabilité.

*Note*². Un item contrôle est proposé en complément de l'échelle pour se prémunir des biais attentionnels des participants.

*Note*³. Les termes A- et B- génériques proposés dans l'échelle doivent être adaptés pour chaque dyade selon le contexte d'interaction. Pour répondre au contexte applicatif de nos travaux, A- a été remplacé par « la conseillère touristique virtuelle » (the virtual tourist information counselor) et B- a été remplacé par « la touriste » (the tourist).

*Note*⁴. La traduction en langue anglaise des items n'est présentée qu'à titre indicatif et n'a pas été présentée aux participants dans nos études.

6.2.2 Fiabilité et contrôle

Dans le but d'assurer un premier niveau de validation de notre échelle de mesure, nous avons proposé un item supplémentaire permettant de mesurer globalement l'intimité virtuelle. Cet item unique interroge explicitement la perception du niveau d'intimité véhiculé par l'agent virtuel. Cet item rend compte de l'intimité telle qu'elle est considérée dans son sens commun. Toutefois, le sens commun du terme « intimité » est souvent éloigné de son sens scientifique car focalisé sur les interactions de nature romantique et charnelle. Ainsi, cet item de mesure commune de l'intimité n'a pas vocation à être rapporté et intervient comme un item de fiabilité : sa corrélation avec les 15 items composant notre échelle est un élément de preuve en faveur de la validité de notre outil psychométrique.

En complément, nous avons également proposé un item de contrôle permettant de renseigner le niveau de sérieux et d'attention avec lequel le questionnaire a été complété. L'affirmation associée à cet item fait référence à un comportement inexistant absurde ou irréel, hypothétiquement exprimé par l'agent virtuel. La perception des participants doit alors être en désaccord avec cette affirmation fausse. Naturellement, cet item doit être adapté à la situation d'interaction et faire état d'un évènement très éloigné de la réalité. Cet item peut notamment justifier l'exclusion de certains participants dans l'analyse des données, si les valeurs reportées pour cet item sont jugées insatisfaisantes. Tout comme l'item précédent, l'item contrôle n'est pas à considérer dans la mesure de l'intimité virtuelle et intervient dans une démarche méthodologique.

Utilisée dans chacune de nos études pour mesurer la perception d'intimité des participants dans l'interaction impliquant un ACA, notre proposition d'échelle a démontré une fiabilité très satisfaisante en affichant des α de Cronbach variant de 0.81 à 0.90 selon l'étude et un coefficient de corrélation avec l'item d'intimité commune compris entre $0.64 < r < 0.71$.

6.2.3 Analyse factorielle à postériori

L'ensemble des données issues des 3 études qui composent ce travail de thèse nous ont également permis de conduire, à postériori, une nouvelle analyse de la fiabilité de notre échelle de mesure. Cette analyse, réalisée avec JASP 0.11.1.0, porte sur un total de 1251 observations issues de nos 241 participants.

Analyses et résultats Dans une première étape, nous avons confirmé la fiabilité interne de notre échelle composée de 15 items en rapportant une valeur d' α de Cronbach = 0.86. Cette première analyse rapporte également une corrélation inter-item moyenne équivalente à $r = 0.294$. La matrice de corrélation inter-items est disponible en annexe C.1 et démontre globalement une corrélation significative de faible à moyenne amplitude entre la plupart des items.

Dans une seconde étape, nous avons conduit une analyse factorielle en composante principale (ACP). La méthode des valeurs propres (*i.e* eigenvalues) a été choisie pour déterminer le nombre de composantes permettant d'expliquer le maximum de part de variance. Le seuil de discrimination fixé à 1 a mis en évidence 3 composantes principales (Figure 6.2). La table de corrélations des composantes principales est présentée dans la Table 6.2.

Une rotation oblique de type Oblimin a également été appliquée sur l'ACP afin d'obtenir une représentation plus pertinente des contributions de chaque item et ainsi limiter la saturation des items sur plusieurs composantes. La rotation Oblimin a été choisie car elle est particulièrement recommandée dans le cas de corrélations inter-items significatives Fabrigar *et al.* (1999). Dans la table 6.3 sont reportées les valeurs de saturation < 0.40 de chaque item en fonction des 3 composantes.

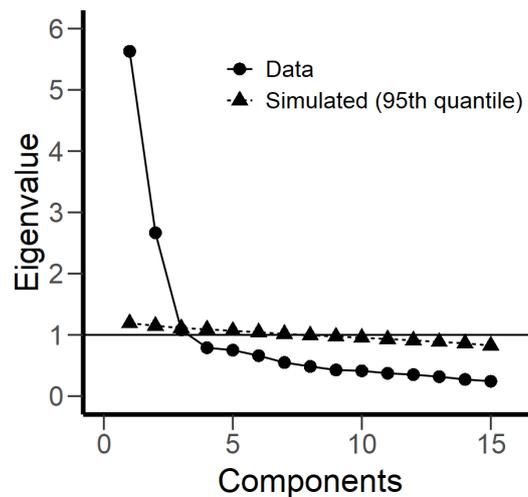


FIGURE 6.2 – Détermination des composantes principales de l'échelle par la méthode des valeurs propres

TABLE 6.2 – Table de corrélations des composantes principales

	Composante 1	Composante 2	Composante 3
Composante 1	1.000		
Composante 2	0.333	1.000	
Composante 3	0.112	-0.175	1.000

Interprétation des résultats. Les résultats de l'ACP montrent que parmi les 15 items, seul l'item 1-03 théoriquement rattaché au facteur honnêteté et authenticité n'a pas atteint une saturation suffisante et devrait ainsi être reconsidéré ou exclus de l'échelle. L'analyse factorielle confirme que les 4 autres items théoriquement associés au facteur honnêteté et authenticité sont effectivement associés à une même composante (ici la composante 1). Un dernier item, théoriquement rattaché au facteur positivité semble également contribuer à cette première composante.

Une seconde composante se distingue de l'analyse et regroupe 4 des 6 items théoriquement rattachés au facteur compréhension mutuelle. En complément

cette composante comporte 1 item supplémentaire, théoriquement associé au facteur positivité.

Enfin, la troisième composante comporte 3 items, dont 1 est théoriquement associé au facteur positivité et dont les 2 autres sont associés au facteur compréhension mutuelle dans notre proposition d'échelle.

Cette analyse supporte donc une structuration de l'échelle VIS en 3 composantes, comportant respectivement 6 items, 5 items et 3 items. La composition de la composante 1 dans cette analyse s'approche de celle proposée dans notre échelle théorique et pourrait alors être assimilée au facteur honnêteté et authenticité. Il n'est pas étonnant d'observer une convergence entre la composante 1 issue de l'ACP et notre facteur théorique honnêteté et authenticité puisque celui-ci a été strictement repris de l'échelle de mesure FAPIS qui a été validée par ses auteurs (Leonard *et al.*, 2014). En accord avec la littérature humaine Reis *et al.* (1988), cette composante apparaît ici comme contributeur principal du concept d'intimité virtuelle. Dans une moindre mesure, la composante 2 pourrait être assimilée au facteur compréhension mutuelle puisque 4 des items le constituant sont retrouvés dans la composante 2 de l'ACP. Cette dimension est rapportée comme un élément important dans le processus d'intimité dans la littérature humaine Prager (1995); Laurenceau *et al.* (1998); il n'est donc pas étonnant de retrouver (partiellement) le facteur compréhension mutuelle comme un contributeur secondaire du concept d'intimité virtuelle. En revanche, le facteur positivité de notre échelle de mesure n'est que faiblement retranscrit et dans cette analyse, les items associés à ce facteur sont plutôt redistribués dans les 2 autres composantes. La composante 3 ne comporte finalement que 3 items, dont 2 sont issus du facteur théorique compréhension mutuelle.

Ainsi, cette analyse factorielle tend à confirmer la structure en 3 facteurs de notre échelle et semble suggérer une structure appropriée du facteur honnêteté et authenticité, et dans une moindre mesure du facteur compréhension mutuelle. L'échelle de mesure VIS nécessiterait donc d'être adaptée pour pouvoir

6.2. UNE ÉCHELLE DE MESURE DE L'INTIMITÉ VIRTUELLE (VIS)

être validée en langue française dans un contexte d'interaction humain-agent. La validation méthodologique de l'échelle VIS est une perspective majeure de notre travail de recherche et est discutée dans la Section 10.1.1. Aussi, les résultats présentés dans nos 3 études s'appuient sur notre échelle théorique. Les résultats concernant des différences inter-facteurs devraient alors être considérés au regard des résultats préliminaires apportés à posteriori par l'ACP.

TABLE 6.3 – Tableau de saturation des items

N° Items	Composante 1	Composante 2	Composante 3	Unicité
1-01	0.451	.	.	0.537
1-02	0.864	.	.	0.290
1-03	.	.	.	0.633
1-04	0.845	.	.	0.346
1-05	0.794	.	.	0.289
2-06	0.617	.	.	0.360
2-07	.	0.519	.	0.413
2-08	0.618	.	.	0.370
2-09	.	0.419	-0.541	0.333
3-10	.	.	0.767	0.331
3-11	.	.	-0.624	0.369
3-12	.	0.897	.	0.262
3-13	.	0.895	.	0.237
3-14	.	0.481	.	0.466
3-15	.	0.566	.	0.388

Note1. La méthode de rotation appliquée est Oblimin

Note2. La numérotation des items correspond à celle proposée dans l'échelle de mesure initiale. Le 1er chiffre correspond au numéro du facteur auquel l'item est théoriquement rattaché

6.2.4 Conclusion

L'échelle de mesure « Virtual Intimacy Scale » (VIS) s'inscrit dans une approche centrée sur le comportement de l'ACA et s'inspire d'échelles psychométriques existantes (Leonard *et al.* (2014); Mendelson et Aboud (2012); Sternberg (1997)) pour proposer une échelle combinant les 3 composantes majeures de notre modèle théorique d'intimité virtuelle. Notre échelle de mesure, développée en langue française renseigne la perception d'honnêteté et d'authenticité, de positivité et de compréhension mutuelle exprimées au cours d'une interaction humain-ACA. Contrairement à la plupart des outils psychométriques existants, notre échelle s'intéresse particulièrement à l'intimité virtuelle dans les interactions de nature professionnelle en lien avec la relation de service.

Cette échelle est employée dans notre travail de recherche pour mesurer l'intimité virtuelle perçue dans des interactions avec un ACA exprimant des comportements verbaux et non-verbaux reconnus comme intimes dans la littérature en psychologie des interactions interpersonnelles. Une analyse factorielle (ACP) à posteriori a toutefois montré des divergences dans la structure factorielle, notamment en ce qui concerne le facteur positivité. Un processus de validation est alors nécessaire pour proposer une échelle VIS dont la structure factorielle est stable.

Chapitre 7

Une approche perceptive de l'intimité virtuelle

Le premier enjeu de cette thèse est d'explorer les mécanismes de la perception au regard de l'intimité véhiculée par les comportements d'un ACA dans une situation d'interaction avec un interlocuteur humain. Notre objectif avec cette approche perceptive est d'une part, de s'assurer que nous sommes capables de percevoir de l'intimité dans les comportements verbaux et non-verbaux d'un ACA lorsque ces comportements sont opérationnalisés selon notre modèle théorique d'intimité virtuelle. D'autre part, nous nous interrogeons sur l'impact des signaux sociaux de l'ACA sur les mécanismes socioperceptifs et les processus d'apprentissage et de mémoire. Les indices sociaux dans la communication de l'agent virtuel peuvent-ils influencer les processus d'apprentissage et de mémoire des individus et impacter la fonction professionnelle de celui-ci ? Nous questionnons également l'influence des différents modes de communication (verbaux, non-verbaux) des signaux sociaux sur la manière dont ils sont perçus et dont ils impactent nos fonctions cognitives. Enfin, nous nous intéressons à l'importance de la nature virtuelle de l'ACA sur la manière dont ses comportements intimes sont perçus par les individus : y-a-t-il une différence perceptive lorsque ces mêmes comportements sont exprimés par un humain ?

Pour répondre à ces questionnements, nous proposons 2 études perceptives pour explorer la perception d'observateurs humains vis-à-vis de l'intimité virtuelle exprimée par un ACA en interaction avec un interlocuteur humain :

L'étude 1 explore la perception d'intimité et les mécanismes socioperceptifs humains à l'égard d'interactions humain-agent dans lesquelles les caractéristiques de l'interaction, les modalités de communication et l'expression d'intimité de l'agent sont manipulées. Cette étude a donné lieu à 2 communications publiées, une communication longue dans la conférence internationale *IVA'2018* et un article dans la revue internationale *Journal of Multimodal User Interfaces* :

[1] Potdevin, D., Clavel, C., & Sabouret, N. (2018). 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* (pp. 165-172).

[2] Potdevin, D., Clavel, C., & Sabouret, N. (2020). Virtual intimacy in human-embodied conversational agent interactions : the influence of multimodality on its perception. *Journal on Multimodal User Interfaces*, 1-19.

L'étude 2 compare la perception d'intimité et les mécanismes socioperceptifs humains entre des interactions humain-agent et humain-humain dans lesquelles l'expression d'intimité et les caractéristiques de l'interaction sont manipulées. Cette étude a donné lieu à 2 communications publiées, une communication longue dans la conférence nationale *EPIQUE'2019* et un article dans la revue internationale *International Journal of Human-Computer Studies* :

[1] Potdevin, D., Sabouret, N., & Clavel, C. (2019). Quand la fiction dépasse la réalité : Influence de la nature humaine ou virtuelle de l'interlocuteur sur la perception d'intimité. *EPIQUE : 10ième Conférence de Psychologie Ergonomique*.

[2] Potdevin, D., Sabouret, N., & Clavel, C. (2020). Intimacy perception : Does the artificial or human nature of the interlocutor matter?. *International Journal of Human-Computer Studies*, 102464.

7.1 ÉTUDE 1. Quelle influence du niveau d'expression de l'agent et des modalités d'interaction ?

L'intimité apparaît dans la littérature relative aux relations interpersonnelles comme ayant une fonction centrale dans les relations humaines, y compris dans les relations de services (Stern, 1997). Un nombre considérable d'études et d'ouvrages ont été adressés sur le sujet et dénombrent un ensemble de comportements verbaux et non-verbaux permettant d'exprimer efficacement l'intimité (Morton, 1978; Reis *et al.*, 1988; Argyle et Dean, 1965; Burgoon et Hale, 1988; Prager, 1995; Miller, 2015). Certains de ces comportements, notamment le comportement de self-disclosure ont particulièrement été étudiés chez les ACAs (Bickmore *et al.*, 2005; Burger *et al.*, 2016a). Plus largement, l'expression de comportements sociaux a largement été appréhendée dans la littérature en informatique affective (*e.g.* Bickmore et Cassell (2001); Matsuyama *et al.* (2016)). Toutefois, les chercheurs s'accordent à dire que la présence de signaux sociaux multiples dans la communication de l'ACA nécessite d'être encore explorée (Ruijten *et al.*, 2016).

En outre, l'intimité constitue un processus interpersonnel (Reis *et al.*, 1988) qui ne peut exister que dans l'interaction (Prager, 1995) et qui ne dépend pas seulement des comportements intimes exprimés mais dépend également de la manière dont ces comportements sont perçus par l'interlocuteur. Explorer spécifiquement la perception d'intimité dans le contexte des interactions avec un ACA est donc indispensable pour comprendre et évaluer le processus d'intimité virtuelle qui peut s'établir entre les deux partenaires. D'autant plus que la perception de l'intimité est un processus complexe qui est dépendant des comportements intimes exprimés mais qui fait également intervenir le contexte et les paramètres de l'interaction ainsi que les caractéristiques individuelles

7.1. ÉTUDE 1. QUELLE INFLUENCE DU NIVEAU D'EXPRESSION DE L'AGENT ET DES MODALITÉS D'INTERACTION ?

de l'individu (Reis *et al.*, 1988). Dans une première démarche d'investigation, nous avons choisi de nous intéresser aux comportements sociaux exprimés par l'ACA ainsi qu'à deux paramètres de l'interaction, *i.e.* la durée de l'interaction et les canaux de communication supportant l'interaction.

Cette étude a donc pour premier objectif de s'assurer que notre proposition de modèle théorique impliquant des comportements multiples est valide une fois les comportements intimes opérationnalisés dans un ACA et que les individus sont effectivement capables de percevoir de l'intimité exprimée au travers d'une communication multimodale chez un ACA en situation d'interaction. Nous avons voulu ici retranscrire la complexité du processus d'expression intime à travers l'expression de signaux sociaux multiples. Nous nous sommes ainsi appuyés sur un grand nombre de comportements verbaux (*e.g.* self-disclosure, partage d'opinions, expressions d'émotions positive, amusement, investissement, compréhension mutuelle, réassurance, soutien) et non-verbaux (*e.g.* gestuelles, expressions faciales, mouvements de tête, regards) reconnus dans la littérature pour véhiculer de l'intimité. La combinaison de plusieurs signaux sociaux verbaux et non-verbaux est considérée dans la littérature comme la condition de communication s'approchant le plus de la communication humaine. Une communication multimodale cohérente chez l'ACA permet donc de retranscrire les informations sociales de manière plus précise et facilite la perception de l'état émotionnel de l'ACA (Clavel *et al.*, 2009; Buisine, 2007).

En complément, étudier l'impact de la durée de l'interaction sur la perception de l'intimité permet de rendre compte de l'influence des signaux sociaux de l'ACA d'un point de vue quantitatif.

L'impact des signaux socioémotionnels exprimés par un ACA a également été étudié au regard de leurs conséquences cognitives. Dans cette perspective, deux théories principales se distinguent dans la littérature, à savoir, la théorie de la réponse émotionnelle et la théorie de la charge cognitive (Liew *et al.*, 2017) (les détails de ces deux théories sont disponibles dans la section 3.2.2). Dans un

cas, la présence d'indices sociaux serait bénéfique pour les fonctions cognitives et l'apprentissage, alors que dans l'autre, la présence d'indices sociaux alourdirait nos processus perceptifs et attentionnels et serait délétère pour notre fonction cognitive. En adéquation avec Ruijten *et al.* (2016), il nous semble donc particulièrement important de mieux comprendre comment l'expression d'indices sociaux multiples chez un ACA influence d'une part notre perception de l'intimité virtuelle et d'autre part notre attention et notre apprentissage. Cette question est particulièrement pertinente dans notre contexte d'agents virtuels experts puisque les comportements sociaux de l'agent ne doivent pas être nuisibles à sa fonction métier et impacter négativement l'attention ou la compréhension des utilisateurs.

Liew *et al.* (2017) ont ainsi appréhendé ce questionnement en étudiant l'impact d'un agent tuteur exprimant des comportements enthousiastes sur les mécanismes cognitifs de l'apprentissage. Leur étude démontre que, comme le prédit la théorie de la réponse émotionnelle, les indices sociaux véhiculés par l'agent pédagogique enthousiaste améliore la perception affective, la motivation intrinsèque et les fonctions cognitives de l'apprenant. Les auteurs montrent également que l'effet facilitateur des signaux sociaux de l'ACA est médié par les émotions positives de l'apprenant, ce qui semble confirmer la piste de la théorie de la réponse émotionnelle.

Sur la base de ces résultats, nous nous demandons dans quelle mesure la théorie de la réponse émotionnelle pourrait s'appliquer à notre situation d'interaction entre un agent professionnel et son interlocuteur humain et démontrer un effet facilitateur pour la perception sociale de l'ACA et la rétention des informations métier véhiculées par celui-ci.

En complément, d'autres auteurs se sont intéressés à l'expression multimodale de signaux sociaux et l'influence des canaux de communication d'un ACA sur les processus cognitifs humains (Park, 2015). Ces travaux ont examiné l'impact d'un agent pédagogique employant différents canaux de communication

7.1. ÉTUDE 1. QUELLE INFLUENCE DU NIVEAU D'EXPRESSION DE L'AGENT ET DES MODALITÉS D'INTERACTION ?

verbale (narration avec une voix humaine, narration textuelle, sans narration) et non-verbale (incarné, non incarné). Les résultats de cette étude montrent que contrairement à la présence de l'incarnation qui ne semble pas impacter la charge cognitive des apprenants, la narration avec une voix humaine réduit la charge cognitive comparativement aux deux autres conditions de communication verbale et augmente l'intérêt des apprenants.

Finalement, la question de la multimodalité dans la communication d'un ACA ne porte pas seulement sur l'aspect verbal et ou non-verbal de la communication : la question s'adresse également en termes de canaux de communication choisis pour assurer l'interaction. En nous inspirant d'une part, d'une veille concurrentielle réalisée en 2017 pour l'entreprise DAVI et d'autre part, des travaux de la littérature étudiant l'effet de la multimodalité chez les ACAs (Park, 2015; Cerezo *et al.*, 2007; Buisine, 2007; Clavel *et al.*, 2009), nous nous intéressons à deux aspects de la communication multimodale et leur influence respective sur la perception de l'intimité et les processus attentionnels humains. D'un côté, nous souhaitons étudier l'expression de comportements intimes dans la communication verbale seule, à travers différents canaux de communication (voix, texte, mixte). De l'autre, nous souhaitons étudier la combinaison des comportements intimes dans la communication verbale et non-verbale de l'ACA.

En conclusion, dans cette première étude, nous étudions la perception d'intimité virtuelle dans une situation d'interaction avec un ACA. Nous étudions d'une part, l'influence de l'expressivité de l'agent virtuel au travers de comportements intimes multiples. D'autre part, nous étudions l'importance de la communication multimodale (verbale et non-verbale) ainsi que les canaux de communication permettant d'assurer l'interaction (voix, texte, mixte). Enfin nous appréhendons les comportements sociaux de l'ACA d'un point de vue quantitatif en questionnant l'influence de la durée de l'interaction.

7.1.1 Problématique

Notre questionnement de recherche dans cette première étude est double : d'une part nous souhaitons explorer, d'un point de vue quantitatif et qualitatif, l'influence des comportements intimes exprimés par l'ACA sur la perception de l'intimité virtuelle et l'attention des participants dans une situation d'interaction humain-ACA. D'autre part, nous souhaitons explorer l'influence de la communication multimodale de l'ACA sur la perception d'intimité et l'attention des participants, en nous intéressant aux canaux de communication verbaux supportant l'interaction (voix, texte, mixte) et à l'importance de la communication non-verbale.

Nous pensons qu'interroger les perceptions affectives et les processus attentionnels humains à l'égard d'un ACA social en situation d'interaction est indispensable pour mieux comprendre comment les signaux sociaux de l'ACA affectent les mécanismes socioperceptifs humains et par conséquent, influencent l'interaction humain-agent.

7.1.2 Matériel et méthode

Dans cette première étude, nous souhaitons d'une part, confirmer qu'en tant qu'être humain, nous sommes capables de percevoir de l'intimité chez un agent exprimant des indices sociaux d'intimité au cours d'une interaction professionnelle avec un interlocuteur humain. D'autre part, nous nous intéressons à la communication multimodale d'un ACA social et nous souhaitons explorer comment différentes formes de communication multimodale peuvent impacter notre perception de l'intimité exprimée par l'agent. Ainsi, nous étudions comment l'usage d'un canal de communication oral, textuel ou mixte (oral et textuel) et comment la combinaison d'une communication verbale et non-verbale, portée par l'animation de l'agent, influencent le niveau d'intimité perçu chez l'agent virtuel. Dans un troisième temps, nous nous interrogeons sur l'importance de la longueur de l'interaction sur la perception de l'intimité.

A) Technologie

Pour les besoins de cette première étude et de la seconde étude décrite dans la section 7.2, nous avons développé Léa, une conseillère touristique virtuelle, capable de renseigner les visiteurs sur le tourisme de La Charité sur Loire, une petite ville médiévale de la Nièvre en Bourgogne-Franche-Comté. L'agent virtuel qui est utilisé dans le cadre de ces 2 études est une version expérimentale d'un dispositif virtuel développé par la société DAVI et actuellement disponible dans plusieurs offices du tourisme de la Nièvre. Ce dispositif s'inscrit dans le programme de développement PITACA (Figure 7.1).

En nous appuyant sur les connaissances métier et l'expérience du personnel expert de l'office de tourisme, nous avons créé plusieurs scénarios d'interaction entre l'agent virtuel et une touriste humaine. Dans ces scénarios, la conseillère dispose de connaissances générales et de connaissances liées au tourisme. Elle est ainsi capable de renseigner son interlocuteur sur les services de la ville, le

7.1. ÉTUDE 1. QUELLE INFLUENCE DU NIVEAU D'EXPRESSION DE L'AGENT ET DES MODALITÉS D'INTERACTION ?



FIGURE 7.1 – Dispositif commercialisé d'accueil, de conseil et de recommandation touristique, incarné par Léa la conseillère touristique virtuelle.

patrimoine culturel ou les activités proposées, mais également d'émettre des recommandations sur les bonnes adresses d'hébergement ou de restauration.

Aussi, avec le soutien technique des infographistes 3D de l'entreprise, nous avons doté la conseillère touristique virtuelle d'une incarnation animée et d'une communication verbale et non-verbale lui permettant d'une part de répondre aux questions de son interlocuteur et ainsi d'assurer sa fonction professionnelle de conseillère touristique et d'autre part, d'assurer une fonction sociale en exprimant un ensemble de comportements intimes.

La communication verbale de la conseillère est assurée en langage naturel, grâce à une voix de synthèse féminine et/ou à travers une boîte de dialogue faisant apparaître à l'écran le contenu verbal de l'agent et de son interlocuteur, de manière dynamique (selon la condition expérimentale).

La communication non-verbale de la conseillère est assurée par une animation pré-calculée de l'agent dans ® Unity et inclut des postures, des gestuelles, des mouvements de tête, des expressions faciales, des regard et une synchronisation des mouvements de lèvres de l'agent avec sa production de parole. Les gestuelles, les postures et les mouvements de tête de la conseillère virtuelle sont extraits de la banque d'animations DAVI et ont été obtenus à partir d'une

7.1. ÉTUDE 1. QUELLE INFLUENCE DU NIVEAU D'EXPRESSION DE L'AGENT ET DES MODALITÉS D'INTERACTION ?

méthode de capture du mouvements humains (MoCap). Aussi, les expressions faciales de l'agent virtuel ont été dessinées par des infographistes en s'inspirant de Ekman et Friesen (2003).

Pour répondre aux différentes conditions expérimentales de cette étude, plusieurs versions de la conseillère virtuelle ont été développées et sont rapportées dans la section C) Conditions expérimentales.

B) Design expérimental

Dans cette étude, nous souhaitons d'abord explorer l'impact de l'expression d'indices d'intimité chez un ACA sur la perception d'intimité virtuelle chez un observateur externe.

Aussi, nous cherchons à étudier comment la perception d'intimité virtuelle peut également être influencée par la multimodalité de la communication de l'agent virtuel, selon deux niveaux :

D'une part, nous interrogeons le bénéfice qu'apporte la combinaison d'une communication verbale et non-verbale chez l'agent. En nous inspirant des interactions entre l'utilisateur et plusieurs agents professionnels disponibles sur le marché, nous considérons que l'agent doit impérativement disposer d'un moyen de communication verbale pour assurer sa fonction professionnelle. Pour cette raison évidente ici, nous n'étudions pas l'influence de la communication non-verbale en l'absence d'un moyen de communication verbale chez l'agent virtuel.

D'autre part, nous nous intéressons aux choix du canal assurant la communication verbale de l'agent en étudiant l'impact d'une communication orale, textuelle ou mixte.

Enfin, nous souhaitons étudier l'impact de la longueur de l'interaction humain-agent virtuel sur la perception d'intimité virtuelle que nous en retirons.

7.1. ÉTUDE 1. QUELLE INFLUENCE DU NIVEAU D'EXPRESSION DE L'AGENT ET DES MODALITÉS D'INTERACTION ?

Pour répondre à ces objectifs, l'étude a été conçue selon un plan factoriel mixte dans lequel L'*Expression d'intimité* (2 conditions : intime ; non intime) et la *Communication non-verbale* (2 conditions : présente ; absente) constituent des variables inter-sujets alors que la *Modalité de communication verbale* (3 conditions : orale ; textuelle ; mixte) et la *Longueur de l'interaction* (3 conditions : court ; intermédiaire ; long) constituent des variables intra-sujets. Ainsi, nous avons aléatoirement associé chaque participant à l'un des 4 groupes inter-sujet proposant l'une des 4 combinaisons possibles des variables inter-sujet (2 conditions d'*Expression d'intimité* x 2 conditions de *Communication non-verbale*). Au sein de chacun de ces groupes, chaque participant est confronté à 9 conditions expérimentales différentes correspondant à la somme des 9 combinaisons possibles des variables *Modalité de communication verbale* et *Longueur de l'interaction*, comme cela est présenté dans la Figure 7.2.

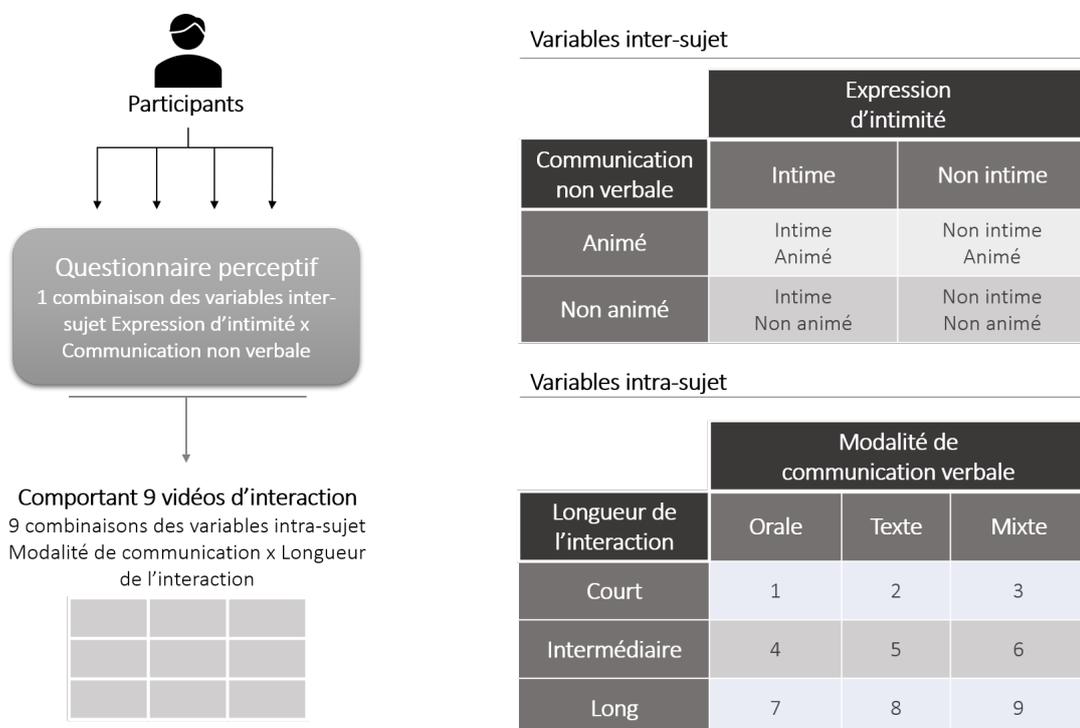


FIGURE 7.2 – Design expérimental de l'étude 1.

7.1. ÉTUDE 1. QUELLE INFLUENCE DU NIVEAU D'EXPRESSION DE L'AGENT ET DES MODALITÉS D'INTERACTION ?

Il est à noter que le choix de ce design expérimental mixte est motivé par le souhait de limiter le biais de comparaison des participants entre les différentes conditions expérimentales, tout en limitant la durée de la passation expérimentale et le nombre de participants nécessaires à l'étude pour obtenir des résultats statistiquement exploitables.

C) Conditions expérimentales

Au total, cette étude comporte 36 conditions expérimentales qui varient en termes d'expression d'intimité, de communication non-verbale et de modalité de communication verbale de l'agent virtuel, ainsi qu'en termes de longueur de l'interaction (Annexe A.1).

Variable : Expression d'intimité Le niveau d'expression d'intimité de l'agent est manipulé à la fois en termes de comportements verbaux et non-verbaux de la conseillère virtuelle. Naturellement, dans les conditions expérimentales d'absence de communication non-verbale de l'agent virtuel, l'expression d'intimité est alors seulement portée par les comportements verbaux de l'agent.

Les scénarios d'interaction entre la conseillère virtuelle et son interlocuteur humain sont déterminés en amont et nous permettent de manipuler finement l'expression verbale d'intimité. Les comportements non-verbaux de la conseillère (dans les conditions expérimentales concernées) sont pré-calculés et synchronisés au contenu verbale de l'agent pour assurer une cohérence comportementale verbale et non-verbale de l'agent.

Dans la condition *non intime*, le comportement verbal et non verbale de l'agent ne comporte pas d'indices d'intimité. Le contenu verbal de la conseillère virtuelle assure uniquement une fonction professionnelle et ne comporte que des informations relatives au tourisme. A titre d'exemple, la conseillère peut délivrer des informations pratiques sur la chambre d'hôte « Chez Annie » ou discuter d'une réservation dans un restaurant Coréen. Dans cette condition expérimentale, l'agent exprime en complément un ensemble de comportements non-verbaux accompagnant de manière synchronisée son contenu verbal. Il s'agit principalement de gestuelles descriptives, d'expressions faciales ne véhiculant pas d'intimité ainsi que des regards orientés de manière semi-aléatoire¹ en direction de l'interlocuteur. La conseillère virtuelle dispose également d'un ensemble de mouvements posturaux et de mouvements de tête par défaut.

Dans la condition *intime*, les comportements verbaux et non verbaux par défaut de la conseillère touristique sont supplémentés par des indices d'intimité, c'est à dire des comportements sociaux reconnus dans la littérature pour véhiculer de l'intimité. En nous appuyant sur notre modèle d'intimité virtuelle (Section 6.1), nous avons utilisé un ensemble d'indices d'intimité permettant à la conseillère virtuelle de véhiculer de l'intimité en faisant preuve d'honnêteté et l'authenticité, de positivité et de compréhension mutuelle.

En termes de communication verbale, l'agent virtuel emploie alors des stratégies de communication (*i.e.* termes spécifiques, expressions formulations particulières) pour renforcer l'intimité dans son discours. Ainsi, l'agent virtuel

1. D'après Macrae *et al.* (2002), les êtres humains sont sensibles aux regard de l'autre. Dans cette étude, l'amplitude de mouvement des yeux de l'ACA permet à un observateur externe de déterminer si l'agent regarde en direction de son interlocuteur ou ailleurs. Dans la condition non intime, les comportements de regards de l'ACA sont semi-randomisés et répondent aux règles suivantes : son regard est dirigé au moins 1 fois en direction de son interlocuteur lorsqu'elle a la parole ; son regard est dirigé au moins 1 fois en direction de son interlocuteur lorsque son interlocuteur prend la parole. En moyenne, les contacts visuels représentent 50% du temps total de l'interaction.

7.1. ÉTUDE 1. QUELLE INFLUENCE DU NIVEAU D'EXPRESSION DE L'AGENT ET DES MODALITÉS D'INTERACTION ?

véhicule de l'honnêteté et de l'authenticité en exprimant des self-disclosures² de faible à moyenne intensité pour conserver de la cohérence avec son statut professionnel ou plus globalement, en partageant ses sentiments, ressentis et opinions³. La conseillère virtuelle véhicule également de la positivité en délivrant des recommandations et conseils personnels⁴, en témoignant de son appréciation/intérêt et de son investissement dans l'échange⁵ et en utilisant la voix active, autrement dit, le « je ». Enfin, la conseillère virtuelle manifeste de la compréhension mutuelle en faisant preuve de réassurance et de compréhension à l'égard de l'interlocuteur ainsi qu'en lui témoignant son approbation⁶.

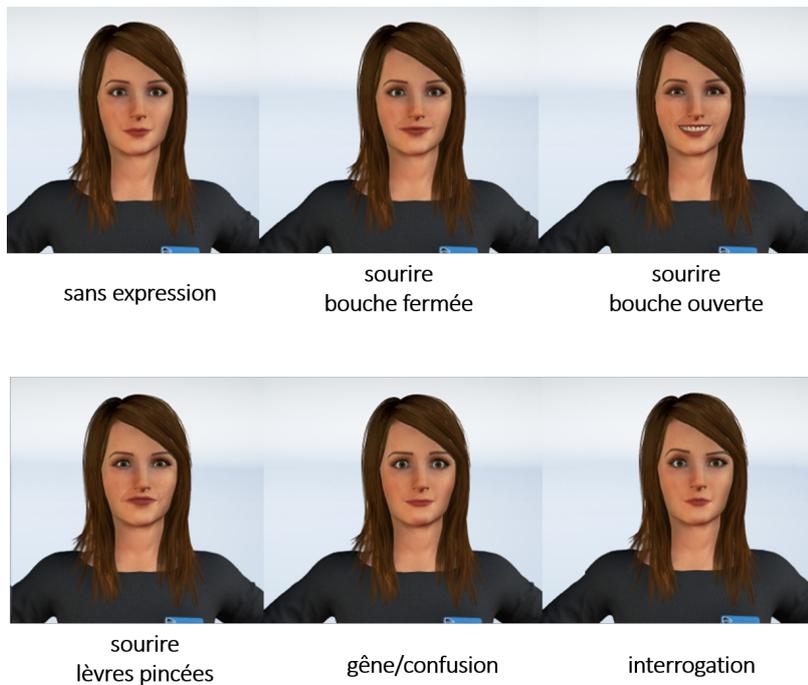


FIGURE 7.3 – Illustration des expressions faciales de la conseillère virtuelle dans l'étude 1.

-
2. *e.g.* Je m'appelle Léa !
 3. *e.g.* Personnellement, je trouve que les bords de Loire sont un cadre idéal pour un pique-nique en pleine nature.
 4. *e.g.* Vous devriez vraiment y faire un tour !
 5. *e.g.* Je vous promets que vous découvrirez une vue magnifique sur les berges.
 6. Vous avez raison.
-

En termes de communication non-verbale, la conseillère virtuelle exprime des comportements intimes en synchronie avec les indices d'intimité délivrés verbalement. En nous appuyant sur la littérature relative à l'intimité interpersonnelle (Argyle et Dean, 1965; Morton, 1978; Prager, 1995; Reis *et al.*, 1988) et aux agents virtuels sociaux (Ravenet *et al.*, 2013; Ochs *et al.*, 2014), nous avons établi 4 critères permettant de qualifier les comportements d'intimité de l'agent virtuel :

(1) les gestuelles intimes doivent être plus amples que les gestuelles par défaut ou doivent être orientées explicitement vers soi ou vers l'interlocuteur. Les gestuelles intimes sont descriptives ou rhétoriques et ont pour fonction d'accentuer l'engagement, la conviction de l'agent virtuel et de renforcer la dimension sociale de l'interaction.

(2) Les mouvements de tête de la conseillère virtuelle comprennent des acquiescements de tête et des mouvements d'inclinaison de la tête, typiquement sociaux.

(3) La fréquence des comportements de regard de l'agent virtuel en direction de son interlocuteur est supérieure à celle des comportements de regard par défaut dans la condition non intime (environ 80% du temps d'interaction, contre 50% par défaut).

(4) La conseillère virtuelle exprime un ensemble d'expressions faciales émotionnelles comprenant des sourires d'intensité variable, des haussements et froncements de sourcils et des expressions de gêne/confusion et d'interrogations. Des illustrations des expressions faciales et des gestuelles de l'agent virtuel sont disponibles dans les figures 7.3 et 7.4.

7.1. ÉTUDE 1. QUELLE INFLUENCE DU NIVEAU D'EXPRESSION DE L'AGENT ET DES MODALITÉS D'INTERACTION ?

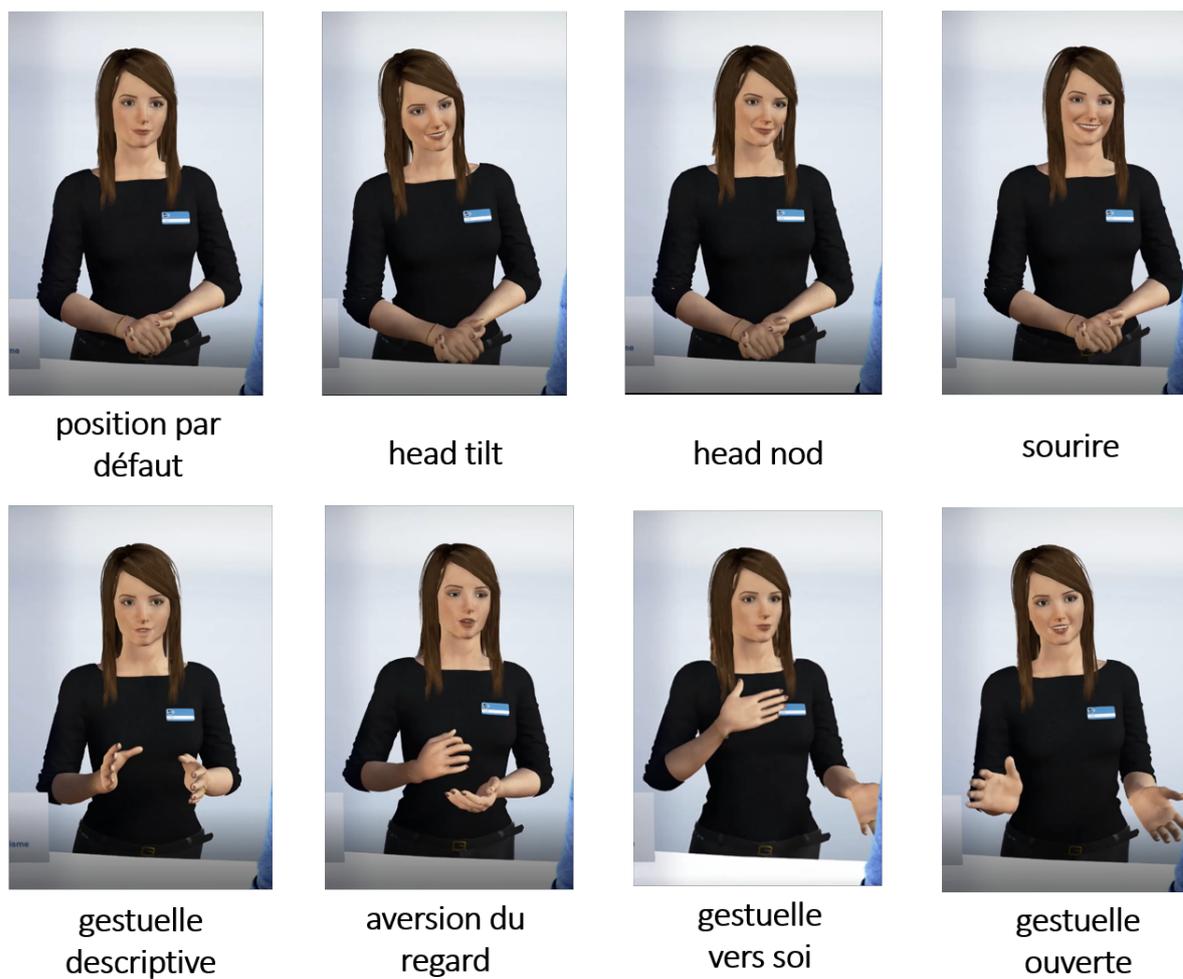


FIGURE 7.4 – Illustration des gestuelles de la conseillère dans l'étude 1.

Variable : Communication non-verbale La communication non-verbale de l'agent est manipulée au travers de l'interface, qui inclut ou non, une version animée de la conseillère virtuelle. Dans la condition *animée*, la conseillère virtuelle dispose d'une incarnation humanoïde animée selon les caractéristiques décrites précédemment. L'animation est gérée par Unity et est pré-calculée et synchronisée manuellement avec le contenu verbal de l'agent virtuel. En revanche, dans la condition *non animée*, l'agent virtuel n'est pas animé et seule une représentation figée (obtenue par capture d'image de l'agent animé) est visible à l'écran. Les caractéristiques physiques de la conseillère virtuelle restent donc strictement identiques quelle que soit la condition expérimentale et seule l'animation varie.

Il est important de noter que dans cette deuxième condition, c'est à dire en l'absence de communication non-verbale de l'agent, les comportements d'intimité véhiculés par l'agent virtuel (dans la condition intime) sont exclusivement portés par la communication verbale seule.

Variable : Modalité de communication Dans cette étude, la modalité de communication verbale est manipulée en faisant varier le canal de communication à travers lequel l'agent virtuel s'exprime au cours de l'interaction. Selon la condition expérimentale, l'agent virtuel peut ainsi communiquer oralement, grâce à un synthétiseur vocal, de manière textuelle, grâce à une boîte de dialogue dynamique s'affichant à l'écran au fur et à mesure de la conversation, ou de manière mixte, en utilisant simultanément ces deux modes de communication. Quelle que soit la condition de modalité de communication, les informations véhiculées par la conseillère touristique virtuelle sont identiques et délivrées dans le même délai. Aussi, dans la condition de communication mixte, c'est à dire orale et écrite, l'apparition des boîtes de dialogue est synchronisée avec la production de parole afin que l'observateur ait accès aux deux canaux de communication simultanément (cf. Figure 7.5).

Variable : Longueur de l'interaction Enfin, la longueur de l'interaction est manipulée en faisant varier les scénarios d'interaction entre la conseillère virtuelle et son interlocuteur. En nous inspirant de scénarios d'interactions réelles récoltées auprès d'experts du tourisme, nous avons proposé 3 scénarios d'interactions différents, de longueur variable. Le scénario court comporte 3 tours de parole (pour une durée de 30 secondes environ), le scénario intermédiaire comporte 5 tours de parole (pour une durée de 45 secondes environ) et le scénario long dure 10 tours de parole (pour une durée de 100 secondes environ). Chacun de ces 3 scénarios aborde des thématiques touristiques différentes.

Bien que le contenu sémantique soit différent pour chaque scénario, le déroulement de l'interaction restait identique comme le présente la section D) Corpus de vidéos.

Il est toutefois important de noter que pour une même longueur de scénario, nous avons détecté que la durée de l'interaction est supérieure dans la condition intime (en comparaison de la condition non intime) et dure entre 20% et 25% de temps additionnel. Cette différence entre les 2 conditions d'expression d'intimité dans la durée du scénario pour une même longueur de scénario (court, intermédiaire ou long) est due aux indices d'intimité. En effet, l'ajout d'indices d'intimité ou la reformulation de certaine phrase dans le scénario augmente quelque peu la durée de l'interaction. Bien que notre objectif est de conserver à l'identique la fonction métier du discours de l'agent en ne faisant varier que les indices d'intimité, l'observation d'une durée plus grande dans la condition intime peut être considérée comme une limitation de notre travail.

D) Corpus de vidéos

Pour cette étude et la suivante, nous avons choisi d'interroger la perception d'observateurs externes après qu'ils aient visionné une vidéo d'interaction entre notre conseillère touristique virtuelle et son interlocuteur, en l'occurrence ici, une complice jouant le rôle d'une touriste. Pour ce faire, nous avons construit un corpus comprenant 36 vidéos, correspondant à nos 36 conditions expérimentales, qui montrent chacune une interaction entre la conseillère touristique virtuelle et la touriste (Figure 7.5). Plusieurs des vidéos utilisées dans notre expérimentation sont disponibles à titre d'exemple dans l'Annexe A. Dans chacune des vidéos, l'agent est positionnée au centre de l'écran, derrière un comptoir de vente lui arrivant à hauteur du bassin. L'agent est orientée vers la touriste se trouvant en face d'elle et positionnée dans le coin droit de la scène. La présence dans la scène de la touriste a été artificiellement ajoutée à partir de vidéos de notre complice tournées sur fond vert. Le positionnement de la touriste dans le coin droit de la scène permet d'éviter qu'une portion de l'agent virtuel soit cachée par superposition, tout en conservant la cohérence de la perspective.

Pour cette première étude, nous avons fait appel à une complice pour jouer le rôle du partenaire d'interaction pour pouvoir contrôler et standardiser les comportements de l'interlocuteur, afin que celui-ci n'introduise aucune dimension émotionnelle et n'influence pas la perception de l'agent virtuel par les observateurs externes. Nous aurions pu choisir de recruter de vrais touristes, toutefois, nous n'aurions d'une part pas été en mesure de contrôler l'influence de leurs comportements au cours de l'interaction et d'autre part, leurs caractéristiques personnelles auraient très probablement influencé la perception des observateurs. Bien que le recrutement d'un unique touriste naïf aurait permis d'éliminer le biais mentionné ci-avant, ce touriste n'aurait plus été aussi naïf après le tournage des premières vidéos. Puisque l'intimité est un processus interpersonnel, il nous paraît essentiel de proposer des situations d'interac-

7.1. ÉTUDE 1. QUELLE INFLUENCE DU NIVEAU D'EXPRESSION DE L'AGENT ET DES MODALITÉS D'INTERACTION ?



FIGURE 7.5 – Illustration d'une interaction entre la conseillère virtuelle et la touriste humaine, issue du corpus de vidéos. Dans cette exemple, l'agent virtuel n'exprime pas de comportements intimes, dispose d'une communication verbale mixte (orale et textuelle) et d'une communication non-verbale (animation).

tion dans lesquelles évaluer la dimension sociale de notre agent. Nous avons donc choisi d'ajouter artificiellement la vidéo de notre complice jouant le rôle d'une touriste afin de reproduire cette situation d'interaction de manière plus crédible. Cette approche nous permet également de contrôler précisément les comportements verbaux et non-verbaux de notre partenaire d'interaction afin qu'ils soient identiques d'une condition expérimentale à l'autre et qu'ils ne véhiculent aucune information prosociale. Ainsi, la touriste humaine est placée dans la scène de telle manière qu'un observateur externe ne voit que l'arrière de son corps et ses cheveux et ne peut aucunement distinguer de comportements sociaux. En complément, les captures vidéos de la touriste utilisées dans cette expérience et la suivante ont été réalisées en jouant réellement l'interaction, afin que les comportements verbaux et non-verbaux de la touriste soient cohérents entre eux et avec les propos tenus par l'agent virtuel. L'utilisation d'une complice pour jouer le rôle du partenaire d'interaction nous semble être une approche pertinente et adaptée pour une première exploration de l'intimité chez les ACAs.

Pour chaque vidéo, nous avons adapté le mode de communication de la touriste à celui de l'agent virtuel afin d'éviter un déséquilibre dans la communication au sein de l'interaction et d'évoquer un manque de crédibilité. Par exemple, dans la condition expérimentale avec une communication orale, l'agent virtuel communique au travers de sa voix de synthèse et la touriste répond avec sa voix naturelle. En revanche, dans la condition expérimentale avec une communication textuelle, l'agent virtuel et la touriste communiquent au travers de la boîte de dialogue.

Pour finir, chaque vidéo montre une interaction entre l'agent virtuel et son interlocuteur sous la forme d'un échange de questions-réponses, dans le but de nous aligner au fonctionnement de la plupart des ACAs aujourd'hui disponibles sur le marché. Quel que soit le scénario, la touriste est toujours à l'initiative de l'échange, en saluant l'agent puis en posant une première question relative au tourisme à La Charité sur Loire. En réponse l'agent apporte une réponse métier basée sur son expertise dans le domaine. Selon la longueur de l'interaction (3, 5 ou 10 tours de parole), l'interaction comporte une ou plusieurs question-réponse en lien avec des thématiques touristiques différentes. Chaque interaction se clôture par les remerciements et salutations de la touriste, suivis par ceux de la conseillère touristique.

E) Participants

Nous avons recruté un total de 108 participants, dont 53 femmes, via des réseaux sociaux⁷ ou de recrutement⁸. Tous les participants recrutés sont majeurs, âgés de 18 à 69 ans ($M = 30.51$, $SD = 11.31$) et sont de langue maternelle française. Les participants recrutés ont également déclaré être exempt de troubles visuels ou auditifs non corrigés ou de troubles neurologiques, psychiatriques et sociocognitifs. Tous les participants ont reçu une compensation financière pour leur participation à notre étude.

7. Facebook

8. Amazon Mechanical Turk, Prolific

F) Procédure

Cette première expérimentation consiste à remplir un questionnaire en ligne, administré via les réseaux sociaux et des plateformes de crowd-sourcing. Dans une première étape, les participants sont assignés de manière aléatoire à l'un des 4 questionnaires développés pour l'étude. Chacun de ces questionnaires correspond à l'une des 4 combinaisons possibles des variables inter-sujet *Expression d'intimité* et *Communication non-verbale*. En somme, les participants peuvent être assignés à un questionnaire comportant respectivement une version intime et animée, intime et non-animée, non-intime et animée ou non-intime et non-animée de la conseillère virtuelle touristique.

Chacun des 4 questionnaires est structuré à l'identique et débute par une présentation générale de l'expérience et de ses enjeux de recherche. Un consentement éclairé de participation est ensuite présenté aux participants qui l'acceptent en sélectionnant la case correspondante. Les consignes de l'expérience sont communiquées aux participants avant qu'ils débutent la tâche. Pendant la tâche, les participants sont confrontés à une série de vidéos montrant une interaction entre notre conseillère touristique virtuelle et une touriste, issues du corpus de vidéo construit pour l'étude. A la suite de chaque vidéo, les participants doivent remplir l'échelle de mesure de l'intimité virtuelle (VIS), ainsi qu'une tâche de reconnaissance des informations verbales et non-verbales. L'échelle de mesure VIS, présentée dans la section 6.2, permet de mesurer la perception d'intimité véhiculée dans les comportements d'un ACA au cours d'une interaction. Une fois la tâche terminée, les données démographiques des participants sont recueillies (*i.e.* âge, genre, profession).

7.1. ÉTUDE 1. QUELLE INFLUENCE DU NIVEAU D'EXPRESSION DE L'AGENT ET DES MODALITÉS D'INTERACTION ?

Enfin, les participants qui ont complété la tâche avec sérieux et dans son intégralité⁹ sont remerciés et obtiennent une rétribution. Les détails de l'étude sont alors communiqués aux participants, qui, s'ils le souhaitent, peuvent prendre contact avec nous pour obtenir des informations complémentaires ou poser des questions.

Dans chacun des questionnaires, la tâche proposée aux participants comporte 9 blocs, correspondant à 9 conditions expérimentales différentes. Comme nous l'avons précisé dans la section C) Conditions expérimentales, chaque participant visionne 9 vidéos d'interaction humain-agent virtuel correspondant aux 9 combinaisons des variables intra-sujet *Modalité de communication* et *Longueur de l'interaction*. Pour chaque bloc, les participants doivent visionner une seule fois la vidéo d'interaction, dans un endroit calme et avec attention. Puis, il leur est demandé de renseigner leur perception du niveau d'intimité véhiculé par la conseillère virtuelle dans la vidéo qu'ils viennent de regarder, en remplissant notre échelle de mesure de l'intimité virtuelle. Une fois les 9 blocs complétés, la tâche est terminée.

Pour chaque participant, les 9 blocs sont présentés de manière randomisée au sein du questionnaire. Au vue du nombre particulièrement conséquent d'ordres possibles de présentation des 9 blocs, nous avons choisi d'utiliser une méthode de randomisation pour nous assurer que chaque participant dispose d'un ordre de présentation unique et ainsi nous prémunir d'un potentiel biais d'ordre des conditions expérimentales.

9. Pour s'assurer que les participants ont réalisé la tâche avec attention et sérieux, nous avons introduit au sein de l'échelle de mesure un item de contrôle. L'affirmation associée à cet item de contrôle fait référence à un comportement hypothétique et absurde qu'aurait exprimé la conseillère pendant l'interaction. Tous les participants dont le degré d'accord avec cette affirmation est supérieur à 25% sont considérés comme déficients pour la condition expérimentale concernée. Les participants déficients pour plus de 2 conditions expérimentales dans l'ensemble du questionnaire sont exclus de l'étude.

G) Mesures

Dans cette première étude nous nous concentrons sur la perception par un observateur externe de l'intimité véhiculée par la conseillère virtuelle au cours d'une interaction professionnelle avec un interlocuteur humain. Nous utilisons l'échelle VIS pour mesurer la perception d'intimité (Section 6.2). Pour rappel, cette échelle s'inspire d'outils psychométriques existants dans la littérature relative aux relations interpersonnelles (Leonard *et al.*, 2014; Sternberg, 1997; Mendelson et Aboud, 2012) et comporte 15 items regroupés en 3 facteurs constitutifs, à savoir l'honnêteté et l'authenticité (5 items), la positivité (4 items) et la compréhension mutuelle (6 items). En complément, l'échelle comporte un unique item additionnel demandant explicitement aux participants d'évaluer le niveau d'intimité véhiculé par l'agent virtuel.

Pour cette étude, l'analyse de l'alpha de Cronbach (α) montré une fiabilité satisfaisante de l'échelle, pour la combinaison des 15 items avec $\alpha = 0.90$ et pour chacun des facteurs constitutifs, avec respectivement $\alpha = 0.83$, $\alpha = 0.75$ et $\alpha = 0.78$ pour les facteurs honnêteté et authenticité, positivité et compréhension mutuelle. Aussi, nous avons conduit une mesure de corrélation entre l'échelle composée des 15 items et l'item unique additionnel évaluant explicitement le niveau d'intimité de l'agent virtuel. Les résultats des tests de Pearson et Spearman démontrent un coefficient de corrélation satisfaisant entre ces 2 mesures ($M = 58.25$, $SD = 14.10$ vs. $M = 38.87$, $SD = 23.20$, $p < 0.05$, $r = 0.64$, $\rho = 0.61$) que nous interprétons comme une première preuve de validité de notre échelle de mesure VIS.

Lors de la conception et de l'analyse de cette première étude et plus généralement tout au long de ce travail de thèse, nous avons remarqué que le terme « intimité » en langue française est particulièrement évocateur des relations amoureuses et charnelles, dans son sens commun. Bien que la corrélation entre l'échelle constitutive et l'item unique soit tout à fait satisfaisante ici, nous pensons que cet élément de langage et la différence de sens que prend le terme

« intimité » entre son sens commun et son sens scientifique, contribue à réduire quelque peu la valeur de cette corrélation.

A la suite de l'échelle de mesure VIS, une tâche de reconnaissance des informations verbales et non verbales est proposée aux participants. Cette tâche est proposé dans le but de nous renseigner sur le niveau attentionnel des participants alloué respectivement aux informations « métier » véhiculées par la communication verbale de l'agent virtuel et aux informations sociales véhiculées par sa communication non-verbale. Dans la tâche de reconnaissance des informations verbales, les participants doivent choisir, parmi 5 propositions, la thématique abordée par l'agent virtuel au cours de l'interaction. Dans la tâche de reconnaissance des informations non-verbales, les participants doivent choisir, parmi 5 propositions, le comportement non-verbal exprimé par l'agent pendant la vidéo.

Seuls les participants assignés aux questionnaires présentant une version animée de la conseillère virtuelle effectuent la tâche de reconnaissance des informations non-verbales. Dans les 2 formes du questionnaire comportant une version non-animée de l'agent, cette partie de la tâche a été supprimée et seule la partie de la tâche concernant les informations verbales est conservée.

Finalement les résultats, présentés dans la section 7.1.3 Résultats, portent sur l'analyse de (1) l'intimité perçu moyenne, calculée à partir des 15 items, (2) l'intimité perçue par facteur, calculée à partir des items associés à chaque facteur constitutif et (3) du pourcentage d'erreur des participants à la tâche de reconnaissance des informations verbales et non-verbales.

H) Hypothèses

Au regard de la littérature, nous formulons 5 hypothèses principales sur l'influence des 4 variables indépendantes que nous manipulons dans cette étude. En l'absence de fondement théorique solide, nous adoptons une approche exploratoire en ce qui concerne l'influence individuelle de chacun des facteurs d'intimité virtuelle sur la perception humaine.

H1. De nombreuses études soutiennent la capacité des êtres humains à percevoir une dimension sociale ou des indices sociaux véhiculés par un agent virtuel (Nass et Moon, 2000; Lucas *et al.*, 2014). L'objectif premier de notre étude est de confirmer que des observateurs externes sont capables de percevoir de l'intimité chez un ACA exprimant des comportements reconnus dans la littérature comme source d'intimité. Ainsi, nous faisons l'hypothèse que, globalement, le score moyen d'intimité attribué à la conseillère virtuelle intime est significativement supérieur à celui attribué à la conseillère virtuelle non intime.

H2. En nous inspirant des modèles théoriques de la littérature et notamment ceux de Reis *et al.* (1988); Prager (1995), nous pensons que l'intimité émergeant d'une interaction humain-agent, tout comme celle émergeant d'interactions humaines, s'apparente à un processus interpersonnel dynamique qui fluctue au cours de l'échange. Nous pensons que l'intimité perçue est dépendante des caractéristiques de l'interaction et plus particulièrement de la quantité d'indices d'intimité délivrés au cours de l'échange. Nous faisons alors l'hypothèse que dans la condition intime, le score moyen d'intimité augmentera avec la longueur de l'interaction.

H3. En accord avec la théorie de la réponse émotionnelle telle qu'elle est présentée chez les agents virtuels par Liew *et al.* (2017), nous pensons que la communication sociale non-verbale s'additionne à la communication verbale et

potentialise la perception d'intimité virtuelle chez l'ACA. Nous faisons ainsi l'hypothèse que l'intimité virtuelle est mieux perçue dans la condition intime animée comparativement à la condition intime non animée.

H4. La théorie de la charge cognitive suggère que le traitement d'information provenant de canaux de communication entrant en concurrence, asynchrones ou véhiculant des informations de nature différente est délétère pour la mémoire de travail et augmente la charge cognitive (Sweller, 2011). En nous appuyant sur ce postulat, nous pensons qu'un agent virtuel disposant d'une communication verbale textuelle et d'une communication non-verbale, soit deux canaux de communication concurrents et délivrant des informations de nature différente, peut générer une surcharge d'information pour l'observateur et peut perturber sa mémoire de travail. A l'inverse, nous pensons qu'un agent virtuel disposant d'une communication verbale orale et d'une communication non-verbale, soit deux canaux de communication compatibles et synchrones, est bénéfique pour l'attention et la mémoire des participants et favorise ainsi le traitement des informations sociales véhiculées par l'agent. Nous faisons donc l'hypothèse que l'intimité virtuelle est mieux perçue chez la conseillère intime et animée disposant d'une communication orale que chez la conseillère intime et animée disposant d'une communication textuelle.

H5. En complément de la précédente hypothèse, nous pensons que l'utilisation de canaux de communication incompatibles chez l'agent virtuel induit une attention divisée chez les observateurs et réduit leur capacité à percevoir les comportements sociaux exprimés par l'agent au travers de sa communication non-verbale. C'est pourquoi, nous faisons l'hypothèse que les participants confrontés à une conseillère virtuelle intime disposant d'une communication verbale textuelle combinée à une communication non-verbale obtiennent un taux d'erreur supérieur dans la tâche de reconnaissance des informations non-verbales que les participants confrontés à une conseillère virtuelle intime et

7.1. ÉTUDE 1. QUELLE INFLUENCE DU NIVEAU D'EXPRESSION DE L'AGENT ET DES MODALITÉS D'INTERACTION ?

animée disposant d'une communication orale ou mixte.

En complément de l'étude de la perception moyenne d'intimité virtuelle, nous nous intéressons à l'influence individuelle de chacun des 3 facteurs constitutifs de l'intimité virtuelle. Nous engageons ainsi une démarche exploratoire pour évaluer l'importance de chaque facteur, selon les différentes conditions expérimentales proposées dans cette étude. Les résultats de cette exploration ainsi que les résultats relatifs à nos 5 hypothèses sont rapportés dans la section suivante.

7.1.3 Résultats

Dans une première étape, nous avons exploré la distribution de nos données. Les résultats du test de Kolmogorov-Smirnov soutenaient l'hypothèse d'une distribution normale de nos données et ce, pour le score moyen d'intimité virtuelle, ainsi que pour les scores d'intimité virtuelle associés à chacun des facteurs, dans chacune de nos conditions expérimentales. Une fois la distribution normale de nos données confirmée, nous avons exploré le score moyen d'intimité (relatif à la moyenne des 15 items) ainsi que les scores d'intimité associés à chacun des 3 facteurs d'intimité. Nous avons choisi de ne reporter les résultats des scores par facteur que lorsque ces derniers divergeaient des résultats relatifs au score moyen d'intimité. L'analyse descriptive de nos données, c'est à dire la moyenne du score d'intimité (M) et l'écart-type (SD) attribués par les participants dans chacune des 36 conditions expérimentales, est reportée dans le tableau 7.6.

Dans cette étude, nous examinons l'influence de nos variables indépendantes sur l'intimité virtuelle perçue en nous appuyant sur une analyse de variance de type Modèle Linéaire Générale (GLM) dans lequel l'*Expression d'intimité* (intime, non-intime) et la *Communication non-verbale* (absente, présente) sont reconnues comme des facteurs inter-sujets, alors que la *Modalité de communication* (orale, textuelle, mixte) et la *Longueur de l'interaction* (court, intermédiaire, long) sont reconnues comme des facteurs intra-sujets. Pour compléter les résultats obtenus par cette analyse GLM, nous avons conduit des t-test permettant de comparer les conditions expérimentales 2 à 2. Enfin, les pourcentages d'erreurs des participants à la tâche de reconnaissance des informations verbales et non-verbales ont été examinés par analyse de type modèle de régression linéaire, test Mann-Whitney et Test de Friedman.

Tous nos résultats dans cette étude et les suivantes sont considérés au regard d'un seuil de significativité $\alpha = 0.05$, si nécessaire, après correction Bonferroni. Nos résultats sont également discutés à la lumière de leur taille d'effet, rapportée par la valeur du *d de Cohen* (d) ou de *l'eta-carré partiel* (η_p^2). Des

7.1. ÉTUDE 1. QUELLE INFLUENCE DU NIVEAU D'EXPRESSION DE L'AGENT ET DES MODALITÉS D'INTERACTION ?

				INTIME		NON INTIME			
				INTIME ANIMÉ (N=25)		NON INTIME ANIMÉ (N=25)			
		LONGUEUR	M	SD	M	SD			
COMMUNICATION	VOIX	COURT	63,88800	12,76600	43,41333	10,43326	ANIMÉ		
		MOYEN	68,07467	13,01132	48,54400	13,69668			
		LONG	71,84267	13,07849	55,92533	14,17720			
	MIXTE	COURT	64,27733	15,33059	44,14133	10,63811			
		MOYEN	67,00267	15,68445	49,88000	16,50383			
		LONG	71,99200	11,40621	55,40000	15,87574			
	TEXTE	COURT	61,69600	12,82990	46,32000	10,24937			
		MOYEN	66,09600	12,83315	49,33867	17,48951			
		LONG	68,81867	14,33227	55,98400	15,59770			
		LONGUEUR	M	SD	M	SD			
COMMUNICATION	VOIX	COURT	58,85625	13,85852	46,42308	14,12150	NON ANIMÉ		
		MOYEN	65,33333	14,40563	49,74872	10,59409			
		LONG	68,45208	12,06461	59,35641	13,69605			
	MIXTE	COURT	60,11667	12,64223	42,62051	14,72670			
		MOYEN	65,97500	12,57168	50,43077	14,18872			
		LONG	68,70833	12,57619	59,03077	14,28022			
	TEXTE	COURT	59,46667	14,56151	43,44872	15,25717			
		MOYEN	64,90000	14,47850	49,51538	13,58042			
		LONG	65,64375	12,99582	54,24359	18,91157			

FIGURE 7.6 – Analyse descriptive de la perception d'intimité : report de la valeur moyenne (M) et de l'écart-type (SD) pour chacune des 36 conditions expérimentales.

effets tendanciels, non significatifs, pourront également être évoqués si la taille d'effet reportée est moyenne à forte. Ces effets ne pourront toutefois pas nous permettre de conclure sur la validité d'un phénomène. Dans cette étude et la suivante, les résultats ont été calculés avec Statistica, à l'exception des tests Mann-Whitney et Friedman qui ont été réalisés avec JASP 0.11.1.0.

A) Perception de l'intimité virtuelle

Initialement, l'analyse descriptive de nos données a montré que les participants attribuent en moyenne un score d'intimité virtuelle de 65.44% à la conseillère virtuelle intime, alors que la conseillère virtuelle non-intime n'obtient qu'un score d'intimité de 50.22%, toutes autres conditions confondues par ailleurs. Il est important de mentionner que dans nos questionnaires, la

valeur sur laquelle est positionnée le curseur pour chaque items est fixée par défaut à 50%. En positionnant le curseur au milieu de la graduation (allant de 0 à 100%), nous limitons ainsi un éventuel biais de position du curseur. Pour chaque item, les participants peuvent ainsi faire glisser le curseur vers la gauche ou vers la droite en fonction du niveau d'intimité virtuelle perçue qu'ils souhaitent retranscrire. Cette première analyse descriptive indique que globalement, seul le score d'intimité attribué à l'agent virtuel dans la condition intime est significativement différent de la valeur fixée par défaut ($t(56) = 9.79$, $p = 10.E - 6$, $M = 65.44$, $SD = 11.90$ vs $M = 50.00$).

Aussi, dans une première étape, nous avons cherché à tester notre hypothèse H1. L'analyse de variance GLM révèle alors un fort effet principal de l'*Expression d'intimité* par l'agent virtuel sur l'intimité perçue par les participants ($F(1, 104) = 44.253$, $p = 10.E - 6$, $\eta_p^2 = 0.30$). Les tests post-hoc, incluant une correction Bonferroni, confirment que le score moyen d'intimité dans la condition intime est supérieur à celui dans la condition non-intime ($M = 65.44$, $SD = 11.90$ vs. $M = 50.22$, $SD = 11.92$, $p < 10.E - 6$). Ces résultats sont reportés dans la Figure 7.7. Des résultats similaires sont observés pour chacun des 3 facteurs constitutifs de l'intimité virtuelle.

Dans une seconde étape, nous avons adopté une démarche exploratoire et tenté de déterminer la manière dont les 3 facteurs de l'intimité virtuelle s'expriment individuellement. Pour permettre une comparaison entre les sous-dimensions de notre échelle de mesure, nous avons effectué une standardisation des scores d'intimité perçue associés aux facteurs F1 Honnêteté et authenticité, F2 Positivité et F3 Compréhension mutuelle. Cette standardisation consiste à centrer-réduire toutes les valeurs pour chaque facteur de telle sorte qu'ils soient comparables entre eux.

Une fois cette opération effectuée, nous avons procédé à une analyse de variance de type ANOVA dans laquelle les scores d'intimité par facteur constituent des mesures répétées et l'*Expression d'intimité* est reconnue comme une

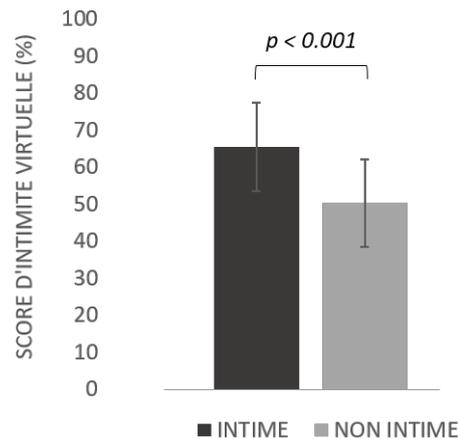


FIGURE 7.7 – Perception de l'intimité virtuelle en fonction de l'expression d'intimité (intime, non-intime) de la conseillère touristique virtuelle.

variable indépendante inter-sujet. Les résultats de cette ANOVA montrent alors un effet d'interaction fort entre l'expression d'intimité et les facteurs constitutifs ($F(2, 212) = 17.345, p < E.10 - 5, \eta_p^2 = 0.14$). Les tests post-hoc, incluant une correction Bonferroni, démontrent que le score d'intimité associé au facteur F1 Honnêteté et authenticité est significativement différent du score associé au facteur F3 Compréhension mutuelle. Étonnamment, cette différence apparaît dans une direction opposée selon la condition d'expression d'intimité : dans la condition intime, la conseillère touristique est jugée comme plus honnête et authentique que compréhensive ($M = 0.65, SD = 0.10$ vs. $M = 0.24, SD = 0.13, p = 0.001$), alors que dans la condition non intime, elle est jugée comme faisant preuve d'une plus grande compréhension mutuelle ($M = -0.73, SD = 0.10$ vs. $M = -0.27, SD = 0.14, p = 0.0004$), comme le montre la figure 7.8.

Dans une dernière étape, nous avons étudié avec une approche quantitative, l'importance des indices d'intimité véhiculés par la conseillère virtuelle sur l'intimité perçue par les observateurs.

D'une part, l'analyse GLM révèle un effet principal fort de la variable *Longueur de l'interaction* seule, toutes autres conditions confondues par ailleurs

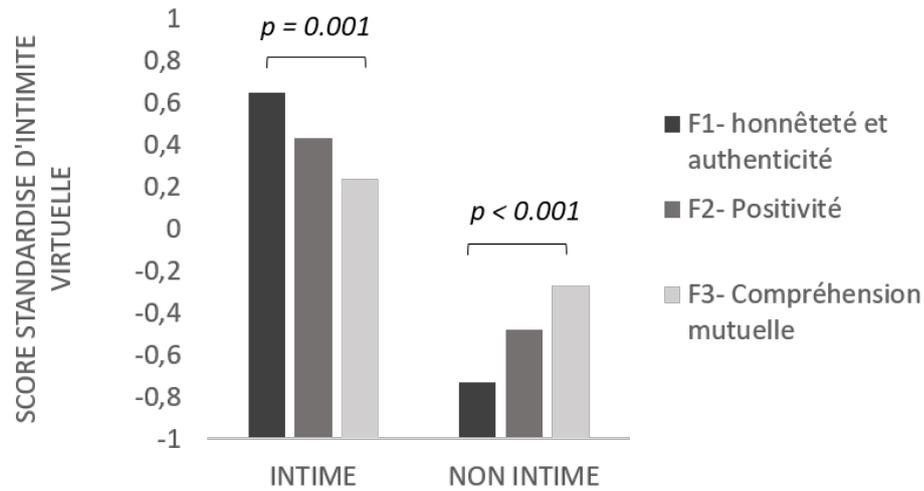


FIGURE 7.8 – Perception post-standardisation des facteurs F1 Honnêteté et authenticité, F2 Positivité et F3 Compréhension mutuelle en fonction de la condition d'Expression d'intimité (intime, non-intime) de la conseillère touristique virtuelle.

($F(2, 208) = 90.920, p = 10.E - 7, \eta_p^2 = 0.47$). Les tests post-hoc avec corrections Bonferroni montrent que le score d'intimité associé aux scénarios longs est supérieur à celui des scénarios de longueur intermédiaire ($M = 63.20, SD = 14.27$ vs $M = 58.32, SD = 14.37, p = 10.E - 7$), lui-même supérieur à celui des scénarios courts ($M = 53.24, SD = 14.76$ vs $M = 58.32, SD = 14.37, p = 10.E - 7$). Ces résultats sont similaires pour les 3 facteurs.

D'autre part, nous nous sommes intéressés à l'influence de la longueur de l'interaction, spécifiquement chez la conseillère virtuelle intime dans le but de tester notre hypothèse H2. Pour rappel, nous faisons l'hypothèse que l'augmentation du nombre d'indices d'intimité avec la longueur de l'interaction est associée à une augmentation de l'intimité perçue par les participants. Conformément, l'analyse GLM révèle un effet d'interaction modéré entre les variables *Expression d'intimité* et *Longueur de l'interaction* ($F(2, 208) = 5.3959, p = 0.005, \eta_p^2 = 0.05$). Nous avons complété cette analyse en conduisant des

7.1. ÉTUDE 1. QUELLE INFLUENCE DU NIVEAU D'EXPRESSION DE L'AGENT ET DES MODALITÉS D'INTERACTION ?

t-tests 2 à 2 entre les scores d'intimité associés aux différentes longueurs d'interaction, uniquement pour la condition intime. Après correction, ces t-tests confirment notre hypothèse et montrent que le score d'intimité associé aux scénarios longs est significativement supérieur à celui des scénarios intermédiaires ($t(56) = 3.1411$, $p = 0.0081$, $d = 0.23$, $M = 66.13$, $SD = 12.98$ vs $M = 69.04$, $SD = 12.01$), lui-même supérieur à celui des scénarios courts ($t(56) = 5.6457$, $p = 3.10 - 6$, $d = 0.39$, $M = 61.15$, $SD = 12.92$ vs $M = 66.13$, $SD = 12.98$). Naturellement, le score associé aux scénarios longs est nettement supérieur au score associé aux scénarios courts ($t(56) = 7.4474$, $p < 3.10 - 7$, $d = 0.63$, $M = 61.15$, $SD = 12.92$ vs $M = 69.04$, $SD = 12.01$). Ces résultats sont présentés dans la Figure 7.9.

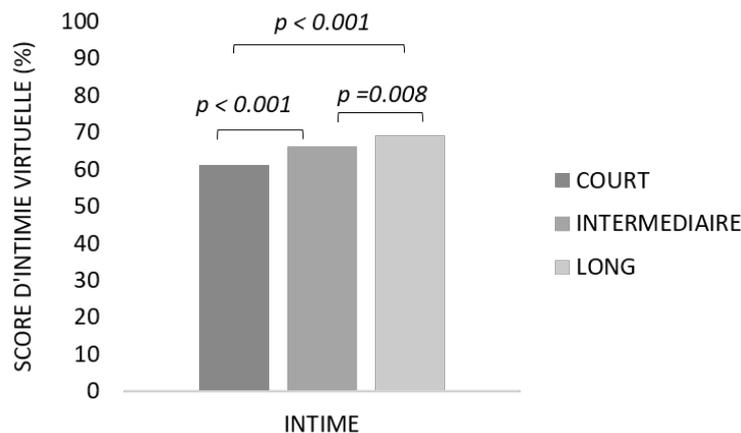


FIGURE 7.9 – Perception de l'intimité virtuelle en fonction de la Longueur du scénario (court, intermédiaire, long), chez la conseillère intime.

Pour conclure, ces premiers résultats confirment notre hypothèse H1 en démontrant une forte capacité des êtres-humains à percevoir de l'intimité chez un agent virtuel exprimant des comportements multimodaux intimes. Nos résultats nous ont également permis de confirmer notre hypothèse H2 et suggèrent une relation positive entre la longueur de l'interaction et la perception d'intimité chez la conseillère virtuelle intime. Sans l'avoir envisagé, nous avons également constaté cette même relation entre longueur d'interaction et inti-

mité virtuelle perçue, en l'absence de toute considération du niveau d'intimité exprimé par l'agent. En d'autres termes, la durée de l'interaction semble, à elle seule, avoir un impact positif sur la perception d'intimité virtuelle. Finalement, l'exploration des facteurs de l'intimité virtuelle suggère une contribution différente de l'honnêteté et authenticité, comparativement à la compréhension mutuelle, selon que la conseillère touristique virtuelle exprime ou non des comportements intimes : globalement, le facteur F1 Honnêteté et Authenticité est le plus sensible à la condition expérimentale et passe d'un score significativement inférieur au facteur Compréhension mutuelle dans la condition non intime, à un score significativement supérieur dans la condition intime.

B) Bénéfice de la communication non-verbale

À première vue, l'analyse de variance GLM ne révèle aucun effet principal de la *Communication non-verbale*, ni aucun effet d'interaction avec l'*Expression d'intimité*. Seule une tendance se dégage lorsque nous nous concentrons spécifiquement sur la perception de la compréhension mutuelle ($F(1, 104) = 3.1203$, $p = 0.080$, $\eta_p^2 = 0.03$), laissant supposer que l'intimité virtuelle perçue par les participants pourrait être supérieure chez la conseillère virtuelle intime combinant une communication verbale et non-verbale, comparativement à la conseillère intime ne disposant que d'une communication verbale.

En conclusion, nos résultats ne nous permettent pas de confirmer notre hypothèse H3 et en l'état, ne nous permettent pas d'affirmer que la communication non-verbale de l'agent virtuel facilite la perception de l'intimité virtuelle par un observateur. Nos résultats divergent d'autres travaux de la littérature sur la perception sociale des comportements non-verbaux chez les agents virtuels (e.g. (Cowell et Stanney, 2003; Krämer *et al.*, 2007; Baylor et Kim, 2009) ; une exploration plus approfondie portant spécifiquement sur la contribution de la communication non-verbale dans la perception de l'intimité devrait être envisagée pour éclairer notre questionnement.

C) Influence de la modalité de communication verbale

Notre hypothèse H4. suppose que chez la conseillère intime disposant d'une communication non-verbale, la modalité de sa communication verbale a un impact sur la perception des observateurs : nous faisons l'hypothèse qu'avec une modalité de communication textuelle, l'intimité virtuelle de la conseillère intime et animée est moins bien perçue qu'avec une modalité de communication orale. Conformément à notre hypothèse, l'analyse de variance GLM montre un effet d'interaction entre les variables *Expression d'intimité*, *Communication non-verbale* et *Modalité de communication* ($F(2, 208) = 3.3735$, $p = 0.036$, $\eta_p^2 = 0.03$). La comparaison 2 à 2 des conditions révèle, après corrections, un effet modéré à fort de la modalité de communication chez la conseillère virtuelle intime disposant d'une communication non-verbale : les participants ont effectivement attribué un score d'intimité significativement inférieur à la conseillère virtuelle disposant d'une communication textuelle, comparativement aux conseillères virtuelles disposant d'une communication orale ($t(24) = 3.7344$, $p = 0.001$, $d = 0.75$, $M = 65.54$, $SD = 12.19$ vs $M = 67.94$, $SD = 11.99$) et d'une communication mixte ($t(24) = 2.7701$, $p = 0.011$, $d = 0.55$, $M = 65.54$, $SD = 12.19$ vs $M = 67.76$, $SD = 12.78$). En revanche, cet effet de la modalité de communication n'est pas retrouvé lorsqu'il s'agit de la conseillère virtuelle intime ne disposant pas d'une communication non-verbale, comme présenté dans la Figure 7.10.

Toutefois, lorsque nous nous intéressons à chacun des facteurs individuellement, nous ne retrouvons ce résultat qu'à l'exploration du facteur F2 Positivité ($F(2, 208) = 4.2075$, $p = 0.016$, $\eta_p^2 = 0.04$) : les t-tests, après corrections, démontrent un effet fort de la modalité de communication entre la condition textuelle et la condition orale ($t(24) = 4.7054$, $p = 0.0003$, $d = 0.94$, $M = 68.74$, $SD = 14.59$ vs $M = 74.25$, $SD = 13.93$).

Pour conclure, ces résultats nous permettent de valider notre hypothèse H4. et confirment un effet d'interaction entre la modalité de communication verbale

et la présence d'une communication non-verbale chez l'agent virtuel intime. Chez la conseillère disposant d'une communication non-verbale, l'utilisation d'une communication textuelle apparaît comme délétère pour la perception de l'intimité virtuelle, comparativement aux modalités de communication orale et mixte. En revanche, cet effet de la modalité disparaît lorsque la conseillère virtuelle n'est pas animée et ne dispose donc pas d'une communication non-verbale.

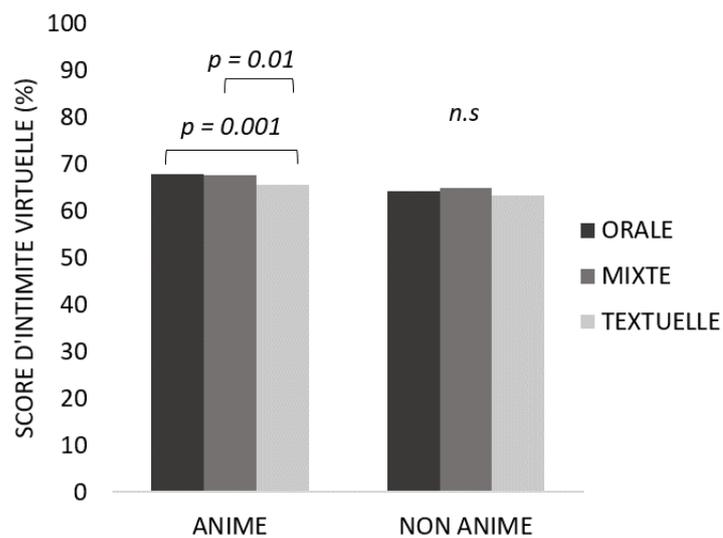


FIGURE 7.10 – Perception de l'intimité virtuelle en fonction de la Communication non-verbale (animé, non animé) et de Modalité de communication verbale (orale, textuelle, mixte), chez la conseillère intime.

D) L'attention : médiateur de la perception d'intimité virtuelle ?

D'une part, l'analyse descriptive de nos données montre que les participants n'ont fait que très peu d'erreurs dans la tâche de reconnaissance des informations verbales (2.5%), alors qu'ils en ont fait considérablement plus dans la tâche de reconnaissance des informations non-verbales (25%).

Nous avons conduit un test de Friedman qui a révélé que la longueur de l'interaction a un impact sur le nombre d'erreurs commises par les participants

dans les deux parties de la tâche. Dans la tâche de reconnaissance des informations verbales, les participants ont enregistré un taux d'erreur de 0.017, 0.006 et 0.057, respectivement pour les scénarios courts, intermédiaires et longs ($\chi^2(2) = 12.038$, $p = 0.002$, $N = 118$); un test post-hoc Conover avec correction Bonferroni montre un taux d'erreur significativement différent entre les scénarios moyens et longs ($p = 0.001$) alors qu'entre les scénarios courts et longs, cette différence n'est qu'une tendance et n'atteint pas le seuil de significativité ($p = 0.079$).

Dans la tâche de reconnaissance des informations non-verbales, les participants ont enregistré un taux d'erreurs de 0.15, 0.20 et 0.42, respectivement pour les scénarios courts, intermédiaires et longs ($\chi^2(2) = 13.532$, $p = 0.001$, $N = 50$); un test post-hoc Conover avec correction Bonferroni montre un taux d'erreur significativement différent entre les scénarios courts et longs ($p = 0.002$) et entre les scénarios intermédiaires et longs ($p = 0.020$), suggérant que globalement, le taux d'erreurs augmente avec la longueur de l'interaction.

D'autre part, nous avons étudié l'impact de la modalité de communication verbale de l'agent virtuel sur les performances des participants dans la tâche de reconnaissance non-verbale. Contrairement à notre hypothèse H5, le test de Friedman ne rapporte aucun effet significatif de la modalité de communication sur les taux d'erreurs des participants qui s'élèvent à 0.23, 0.30 et 0.23, respectivement pour la modalité de communication orale, textuelle et mixte.

En revanche, une ANOVA a démontré un effet modéré inattendu de l'*Expression d'intimité* sur le taux d'erreurs des participants dans la tâche de reconnaissance des informations non-verbales ($F(1, 48) = 46.265$, $p < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.49$). Un test de Mann Whitney a confirmé que les participants commettent moins d'erreurs de reconnaissance lorsqu'ils sont confrontés à une conseillère virtuelle intime comparativement à son homologue non-intime, pour des taux d'erreurs respectifs de $M = 0.08$ et $M = 0.42$ ($U = 56.000$, $p < 0.001$).

Pour finir, en nous inspirant de la théorie de la charge cognitive et son

influence sur les mécanismes perceptifs, nous avons exploré la relation entre le niveau d'attention alloué à la communication non-verbale de l'agent (considéré ici au travers du taux d'erreurs) par les participants et la perception de l'intimité virtuelle. Une analyse de régression linéaire simple a ainsi révélé une relation négative entre le taux d'erreurs et le score moyen d'intimité virtuelle ($F(1, 48) = 12.006$, $p = 0.001$, $R^2 = 0.20$, $\beta = -0.45$), suggérant donc que le niveau d'attention des participants est un prédicteur du niveau d'intimité virtuelle perçue (Figure 7.11).

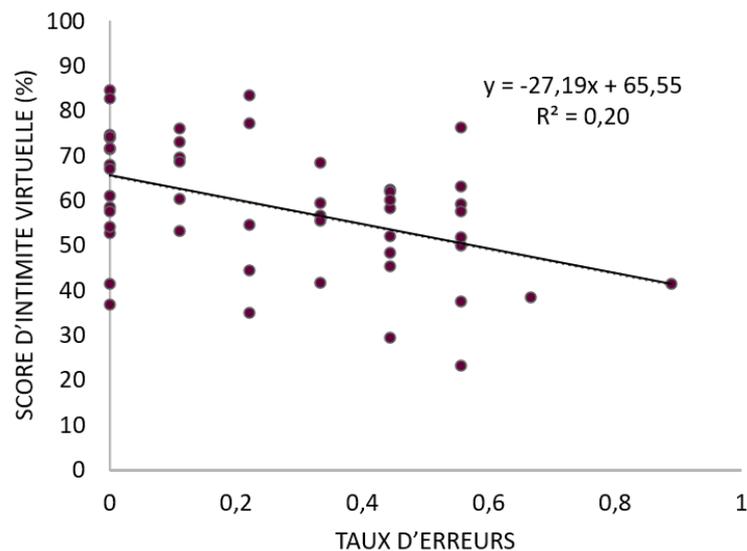


FIGURE 7.11 – Perception de l'intimité virtuelle en fonction du taux d'erreurs des participants à la tâche de reconnaissance des informations non-verbales.

En conclusion, nos résultats ne nous permettent pas de confirmer notre hypothèse H5. puisqu'ils ne montrent aucun effet de la modalité de communication sur les performances des participants dans la tâche de reconnaissance non-verbale. En revanche, des résultats inattendus émergent de nos analyses et soulignent un effet du niveau d'expression d'intimité de l'agent virtuel sur les performances des participants : ainsi, les participants obtiennent de meilleures performances dans la tâche lorsqu'ils sont confrontés à la conseillère intime, comparativement à la conseillère non-intime. En complément, nous observons

7.1. ÉTUDE 1. QUELLE INFLUENCE DU NIVEAU D'EXPRESSION DE L'AGENT ET DES MODALITÉS D'INTERACTION ?

une relation linéaire négative entre le taux d'erreurs des participants et leur capacité à percevoir l'intimité virtuelle chez la conseillère.

7.1.4 Discussion de l'étude

Cette étude a pour ambition une meilleure compréhension de notre capacité à percevoir de l'intimité chez un agent virtuel exprimant des comportements multimodaux intimes, inspirés de la littérature en psychologie des interactions interpersonnelles. Notre travail a également pour objectif d'étudier l'impact de cette multimodalité sur la perception de la dimension sociale de l'ACA et son interaction avec les processus perceptifs et attentionnels humain.

A) Perception globale de l'intimité virtuelle

Les résultats de cette première étude nous semblent pouvoir confirmer que les êtres-humains sont parfaitement capables de percevoir de l'intimité chez une conseillère virtuelle exprimant des comportements intimes, tels qu'ils sont définis dans la littérature en psychologie des relations interpersonnelles (e.g. (Prager, 2000; Morton, 1978; Argyle et Dean, 1965; Laurenceau *et al.*, 2005; Reis *et al.*, 1988)). Ces résultats suggèrent également que notre proposition de modèle d'intimité virtuelle est adapté à la mesure de l'intimité dans les interactions humain-ACA ; les indices sociaux décrits dans les interactions et relations humaines semblent donc être appropriés pour promouvoir la dimension sociale des interactions humain-agent, y compris lorsque ces indices sont exprimés par un ACA. Dans une certaine mesure, les mécanismes socioémotionnels que nous engageons avec un agent virtuel social pourraient s'avérer semblables aux mécanismes impliqués dans nos interactions avec nos pairs. Ces premières investigations basées sur notre modèle d'intimité virtuelle nous paraissent encourageantes et apportent une première preuve quant à son intérêt et ses applications scientifiques et industrielles pour concevoir et évaluer des agents conversationnels sociaux.

Nous avons étonnamment relevé que chaque facteur de notre modèle d'intimité virtuelle a une implication différente dans la perception de l'intimité par

7.1. ÉTUDE 1. QUELLE INFLUENCE DU NIVEAU D'EXPRESSION DE L'AGENT ET DES MODALITÉS D'INTERACTION ?

les observateurs de l'interaction avec l'agent et démontrait une sensibilité particulière à l'expression de ses comportements¹⁰. La méthode de standardisation que nous avons utilisée dans cette étude, nous a alors permis de mieux comprendre la contribution de chacun des facteurs au concept général d'intimité virtuelle et d'explorer la manière dont ces facteurs réagissaient en présence de comportements intimes exprimés par l'agent virtuel. Nous avons ainsi remarqué qu'en l'absence de comportements véhiculant spécifiquement de l'intimité, la conseillère touristique est jugée plus compréhensive vis-à-vis de son interlocuteur, qu'honnête et authentique.

Cette interprétation du comportement de la conseillère par les participants pourrait s'expliquer par les filtres perceptifs et les attentes des individus (Reis *et al.*, 1988; Burgoon et Hale, 1988). En effet, il est assez légitime de percevoir et d'interpréter le comportement par défaut de la conseillère touristique comme source de compréhension mutuelle, parce qu'il s'agit d'une attitude attendue dans un contexte professionnel et portée par la fonction « métier » de la conseillère touristique. En revanche, les participants ont probablement moins tendance à « surinterpréter » l'honnêteté et l'authenticité qu'ils perçoivent des comportements de la conseillère touristique parce qu'il ne s'agit pas d'une fonction sociale particulièrement attendue dans un contexte professionnel et encore moins de la part d'un agent virtuel. C'est d'autant moins probable que l'intimité au sein d'une interaction est notamment fonction du niveau de familiarité instauré entre les individus et conditionné par leurs expériences passées (Hinde, 1981; Prager, 1995) ; dans notre cas, l'interaction humain-agent est plutôt assimilée à un échange entre deux personnes étrangères l'une pour l'autre. A l'inverse, nos résultats montrent que les participants trouvent la conseillère touristique intime plus honnête et authentique qu'elle n'est compréhensive avec la touriste. Ce résultat témoigne de l'importante contribution des comportements associés à l'expression d'honnêteté et d'authenticité pour promouvoir

10. A considérer au regard de l'analyse factorielle conduite à posteriori des études

l'intimité de l'interaction. Dans la littérature, ces comportements ont particulièrement été étudiés au travers du principe de self-disclosure, reconnu comme un comportement pilier de l'intimité interpersonnelle (Reis *et al.*, 1988; Morton, 1978).

Nos résultats offrent ainsi un éclairage supplémentaire pour la conception d'agents virtuels sociaux capables de self-disclosure, y compris dans un contexte professionnel : ils démontrent que même des self-disclosures de faible à moyenne intensité, combinées à d'autres comportements associés à l'expression du « qui je suis vraiment » (e.g. partager un opinion, un ressenti ou une émotion, exprimer ses faiblesses) sont suffisants pour induire une perception significative de cette dimension sociale chez l'agent, tout en conservant une crédibilité et une cohérence avec sa fonction professionnelle.

Malgré nos observations, une investigation plus approfondie des différentes fonctions associées aux facteurs de l'intimité et leur expression dans des contextes d'interaction variés nous semble indispensable. En effet, ce travail de thèse s'est principalement concentré sur la relation de service entre un professionnel virtuel et son client, entre autre car cette forme d'interaction a été sous-estimée dans la littérature relative à l'intimité (pour un contre-exemple, lire Stern (1997) ou Li (2009)). Nous intéresser à d'autres formes d'interactions, telle que la relation amicale avec un compagnon virtuel (e.g. (Bickmore *et al.*, 2012)), permettrait probablement d'élargir notre modèle d'intimité virtuelle à d'autres contextes. Cela permettrait également de déterminer si la contribution de chacun des facteurs de l'intimité virtuelle est dépendant du type de relation dans laquelle l'intimité s'établit, ou si au contraire il existe un pattern de distribution commun.

Nous avons également obtenu la confirmation dans cette première étude que la quantité et la nature des comportements de l'agent virtuel impactent directement la perception d'intimité virtuelle. Il est effectivement apparu que la longueur de l'interaction impacte positivement la perception d'intimité, notam-

7.1. ÉTUDE 1. QUELLE INFLUENCE DU NIVEAU D'EXPRESSION DE L'AGENT ET DES MODALITÉS D'INTERACTION ?

ment parce que le nombre d'indices d'intimité a été proportionnellement distribué dans les interactions de longueur croissante. Ces observations s'accordent avec l'idée générale d'un processus continu et dynamique qui se structure dans le temps, au cours de l'interaction et à plus long terme à travers des interactions répétées (Hinde, 1981; Prager, 1995). A nouveau, ces éléments semblent suggérer que l'intimité émanant d'interactions humain-humain et humain-agent virtuel s'appuie, dans une certaine mesure, sur des processus sociocognitifs communs.

Dans cette perspective, il nous paraît important de comparer la perception humaine des comportements sociaux véhiculés par un humain et par un agent virtuel, dans le but de mieux comprendre les mécanismes socioémotionnels et perceptifs engagés dans ces interactions de nature différente. Les résultats obtenus dans cette première étude nous ont donc conduit à proposer une seconde étude perceptive, impliquant cette fois-ci une conseillère virtuelle et une conseillère humaine, afin d'explorer l'influence que pouvait avoir la nature de l'individu qui exprime des comportements sociaux, sur la manière dont ces comportements sont perçus. Cette seconde étude perceptive est présentée dans la deuxième section de ce chapitre (Section 7.2).

B) Contribution de la communication non-verbale

Dans cette étude, la conseillère virtuelle dispose, ou non, d'une communication non-verbale accompagnant sa communication verbale. En nous inspirant des nombreuses études mettant en lumière l'importance de la communication non-verbale chez l'humain et plus particulièrement dans sa fonction sociale (Andersen et Andersen, 1984; Burgoon et Bacue, 2003), nous avons fait l'hypothèse que l'intimité virtuelle n'échappe pas à ce grand principe et est portée par la communication non-verbale de l'agent. Pourtant, nos observations ne nous ont pas permis de conclure fermement dans ce sens, puisqu'au regard de nos résultats, la perception de l'intimité virtuelle ne semble pas être ren-

forcée par la combinaison d'une communication verbale et non-verbale chez l'agent intime. Seule une tendance se distingue et ne concerne que la perception de la compréhension mutuelle¹¹. En revanche, nous avons déterminé que les performances attentionnelles des participants vis-à-vis de la communication non-verbale de l'agent constituent un prédicteur de la perception d'intimité virtuelle. En d'autres termes, les participants qui ont été particulièrement attentifs à la communication non-verbale de la conseillère virtuelle intime sont aussi ceux qui ont perçu le plus grand degré d'intimité chez la conseillère. Ces résultats suggèrent quant à eux que les comportements non-verbaux de l'agent virtuel a une influence sur la manière dont il est perçu par les observateurs.

A la lumière de nos résultats, une investigation complémentaire est nécessaire pour mieux comprendre le rôle de la communication non-verbale dans l'expression d'intimité par un ACA ainsi que son impact sur la perception de celle-ci et de ses facteurs constitutifs. Nos observations mitigées pourraient être, à première vue, soutenues par plusieurs justifications : la première concerne le design expérimental de notre étude. Plusieurs variables ont été manipulées au cours de cette expérimentation et la complexité de notre plan expérimental a pu impacter négativement nos résultats en limitant la portée de certaines variables. Par exemple, en ne nous intéressant qu'aux scénarios longs, nous retrouvons un effet significatif de la communication non-verbale sur la perception de la compréhension mutuelle, alors que cet effet n'apparaît plus que tendanciel lorsque nous incluons dans nos analyses l'ensemble des conditions expérimentales. Une autre explication pourrait concerner la manière dont les comportements intime non-verbaux ont été introduits dans la communication de la conseillère virtuelle intime. Les indices intimes verbaux sont scrupuleusement et équitablement répartis entre chaque scénario et pour chacun des facteurs d'intimité auquel ils sont rattachés. En revanche, les indices d'intimité non-verbaux sont introduit dans la communication de l'agent de manière

11. A considérer au regard de l'analyse factorielle conduite à posteriori des études

7.1. ÉTUDE 1. QUELLE INFLUENCE DU NIVEAU D'EXPRESSION DE L'AGENT ET DES MODALITÉS D'INTERACTION ?

à coïncider avec le contenu verbal du discours : leur répartition, autant en termes de nature que de nombre, entre les scénarios et entre les facteurs au sein d'un même scénario est donc susceptible de varier.

Cette première étude perceptive ne nous permet donc pas de trancher quant à l'importance et la nécessité pour un ACA social de bénéficier d'une communication non-verbale pour véhiculer de l'intimité. Ces résultats, bien qu'inattendus au regard de la littérature, s'avèrent intéressants sur le plan industriel puisqu'ils suggèrent que l'animation des agents virtuels n'est pas fondamentalement indispensable pour véhiculer de l'intimité et qu'un chatbot¹² pourrait, tout autant qu'un ACA, constituer un partenaire social d'interaction.

C) Importance de la modalité de communication verbale

Au delà de considérer la multimodalité d'un ACA en termes de communication verbale et non-verbale, nous avons également étudié la multimodalité en termes d'impact du canal de communication verbale de l'agent virtuel sur la perception de sa dimension sociale.

En nous concentrant particulièrement sur la conseillère virtuelle intime et animée, nous avons observé un effet délétère pour la perception d'intimité du mode de communication textuel. Par contre, cet effet délétère disparaît en l'absence de communication non-verbale de la conseillère. Ces résultats nous suggèrent qu'en présence d'une communication non-verbale, l'utilisation d'une boîte de dialogue interfère avec la capacité des participants à percevoir l'intimité virtuelle de l'agent. Nous faisons ainsi l'hypothèse que les mécanismes impliqués dans la communication textuelle et notamment la lecture, sont incompatibles avec les mécanismes nécessaires pour détecter et traiter les informations sociales contenues dans la communication non-verbale. En complément, nos analyses ont démontré que, contrairement aux deux autres facteurs,

12. agent conversationnel non animé, disponible uniquement à travers un boîte de dialogue, qui peut parfois ne pas même disposer d'une incarnation/représentation.

la perception de positivité était particulièrement sensible à ce phénomène¹³. A priori, chacun des facteurs de l'intimité virtuelle sollicite des mécanismes dont la sensibilité à l'interférence avec le mode de communication verbale diffère. D'autres études perceptives seraient alors nécessaires pour comprendre les leviers de la communication textuelle impliqués dans l'altération de la perception de la fonction sociale.

De plus, nos résultats n'ont montré aucune différence d'intimité virtuelle perçue entre les conditions de communication orale et mixte. Étonnamment, la communication mixte ne semble donc offrir aucun bénéfice ni désavantage à la fonction sociale de l'interaction humain-agent virtuel. Une explication possible serait que les participants ont naturellement tendance à orienter leur attention en faveur de la communication orale, au détriment de la communication textuelle, puisque cette forme de communication se rapproche de la communication humaine et permet, dans le même temps, d'apprécier les comportements non-verbaux de l'agent virtuel. Bien que nos résultats démontrent déjà un effet bénéfique de la communication orale sur la perception d'intimité, nous pouvons espérer que cet effet est sous estimé dans notre étude. En effet, la voix (et notamment sa qualité, son ton ou sa prosodie) est reconnue comme un vecteur puissant permettant de véhiculer des informations sociales ; or la fonction sociale de la voix n'a absolument pas été retranscrite dans notre étude car nous avons utilisé pour l'agent virtuel une voix de synthèse « non émotionnelle ».

Finalement, nos observations suggèrent que la perception d'une dimension sociale chez les ACAs représente un jeu d'interdépendances entre différents paramètres. La conception et le design d'agents virtuels sociaux devraient alors être considérés de manière globale et ne devraient pas seulement s'attacher à définir quels indices sociaux véhiculer, quels comportements non-verbaux exprimer ou quelles modalités de communication choisir ; la compétence sociale des ACAs dépend également de la manière dont ces paramètres s'imbriquent

13. A considérer au regard de l'analyse factorielle conduite à posteriori des études

ensemble et comment ils participent harmonieusement à élever l'agent virtuel au rang de partenaire social d'interaction.

D) Processus attentionnels et perception sociale

Comme nous l'avons mentionné précédemment, nous avons observé un effet délétère de la communication textuelle de l'agent lorsque celui-ci disposait d'une communication non-verbale. Toutefois, cet effet disparaît lorsque l'agent virtuel n'est pas animé. Ce phénomène pourrait s'expliquer par la mise en oeuvre de deux processus compétitifs : en se concentrant sur les informations métier principalement délivrées dans le texte (affiché dans une boîte de dialogue), les participants ont probablement négligé la communication non-verbale de l'agent et certains indices sociaux sont alors passés inaperçus. En effet, la lecture est reconnue comme un processus relativement archaïque et quasiment automatique, qu'il est très difficile d'inhiber et qui peut interférer dans les processus de traitement de l'information provenant d'autres canaux (Anderson, 1985). Dans notre cas, les résultats que nous avons obtenus pourraient ainsi être expliqués par une compétition interne entre le processus de lecture automatique et le processus de traitement des informations non-verbales. Il est d'autant plus probable que le processus de lecture ait été favorisé au détriment de la perception des comportements non-verbaux, puisque l'interaction est motivée par l'obtention d'informations touristiques et répond donc principalement à une fonction métier.

Bien que soutenue par la littérature, cette justification ne semble toutefois pas appuyée par les performances dans la tâche de reconnaissance des informations non-verbales, puisque les participants ne font pas plus d'erreurs lorsqu'ils observent une conseillère disposant d'une communication textuelle. Nous pensons que les participants ont probablement maintenu des processus bas-niveaux leur permettant de détecter correctement les comportements non-verbaux de l'agent sans en traiter l'emprunte sociale, alors que les processus

spécifiquement dédiés aux traitements socioémotionnels de ces comportements sont quant-à-eux inhibés par le processus de lecteur. Il est à noter que la tâche de reconnaissance que nous avons proposé dans cette étude reste relativement simple et ne nous permet pas de distinguer clairement les mécanismes associés à la détection du comportement et ceux associés à leur traitement socioémotionnel. Dans cette perspective, un nouveau paradigme exploratoire devrait être proposé pour permettre d'étudier individuellement ces mécanismes.

Les résultats des participants dans la tâche de reconnaissance non-verbale ont également mis en évidence un effet positif de l'expression de l'intimité, que nous n'avons pas envisagé initialement. En absence de toute considération de la modalité de communication, la présence des indices d'intimité dans la communication de l'agent apparaît bénéfique pour le rappel des informations non-verbales et semble orienter le focus attentionnel des participants en faveur de la communication non-verbale de l'agent. En parallèle, la présence de ces indices d'intimité n'induit aucune altération des performances des participants dans la tâche de reconnaissance verbale. Au vu de nos résultats, les indices d'intimité exprimés par l'agent virtuel ne semblent pas perturber la compréhension des informations métier délivrées verbalement, mais semblent en plus démontrer un effet bénéfique sur la détection et le traitement des informations sociales délivrées non-verbale. Cette hypothèse en faveur de la théorie de la réponse émotionnelle est en adéquation avec les résultats obtenus par Liew *et al.* (2017) et suggère une nouvelle fois l'existence de processus sociocognitifs similaires dans les interactions humaines et humain-agent.

Dans leur ensemble, ces résultats apportent la preuve qu'il existe une relation entre l'expression comportementale de l'intimité, les mécanismes attentionnels et la perception d'intimité virtuelle. D'après-nous, l'attention devrait être considérée comme un médiateur au travers duquel la perception d'intimité peut être modulée.

E) Limitations et perspectives

Cette étude constitue une première étape dans notre projet de recherche plus global visant à évaluer l'impact des compétences sociales des ACAs sur les comportements, les ressentis et les émotions des participants dans un contexte d'interaction réel.

Nos résultats confirment notre capacité à percevoir de l'intimité chez un agent virtuel interagissant avec un interlocuteur humain. Toutefois, nous pouvons nous interroger sur la répliquabilité de ces observations lorsque l'observateur est lui-même en interaction avec l'agent virtuel. Bien que Ravenet *et al.* (2016) ont observé dans leur étude que le jugement d'un observateur externe constitue une mesure fiable des compétences interpersonnelles dans les interactions humain-agent, nous nous demandons dans quelle mesure le statut d'observateur ou d'acteur du participant influence ses mécanismes attentionnels et ses réactions socioémotionnelles. Dans cette perspective, une étude d'imagerie en neurophysiologie a montré que l'observation d'une action réalisée par une autre personne active des patterns moteurs chez le sujet, déclenchés par ses représentations motrices (Flanagan et Johansson, 2003). En parallèle, de Borst *et al.* (2018) ont observé des patterns de synchronisation de l'activité cérébrale dans des aires pré-motrices, visuelles, associatives, ainsi que dans des régions associées au traitement des émotions, chez des sujets ayant vécu eux-même une expérience de peur, comparativement à des sujets ayant vécu l'expérience comme observateur. Ces recherches suggèrent qu'être observateur ou acteur d'une interaction peut à la fois activer des mécanismes communs et spécifiques. Par conséquent, une exploration des perceptions et des comportements d'individus, eux-même acteurs de l'interaction avec l'agent virtuel sont attendus.

De plus, les participants dans cette étude ont été immergés dans une relation-client entre une conseillère touristique virtuelle et une touriste. Sans considérer le statut d'observateur ou d'acteur que nous avons discuté précédemment, cette situation d'interaction artificielle pourrait ne pas traduire l'in-

tégralité des caractéristiques d'une vraie interaction humain-agent, en termes d'intimité. En effet, la perception et les comportements des utilisateurs sont généralement dépendant de leur motivation intrinsèque à s'engager dans l'interaction et accomplir la tâche. Nous pouvons alors supposer que de vrais touristes à la recherche de conseils touristiques démontreraient certainement un degré d'engagement et de motivation supérieur, ce qui pourrait influencer indirectement, par le biais de leur filtre d'interprétation (Reis *et al.*, 1988), leur perception de l'intimité véhiculée par l'agent.

Aussi, le dispositif expérimental mis à disposition des participants pour évaluer leurs perceptions de l'intimité virtuelle ne permet pas d'avoir un regard sur leurs comportements, leurs ressentis et leurs émotions.

En dernier lieu, nos travaux nous ont confronté à une problématique de réciprocité des comportements d'intimité. En effet, cette étude se base sur des interactions entre une actrice jouant le rôle de touriste et un agent virtuel dont les comportements pré-déterminés sont manuellement synchronisés. Nous concédons que des scénarios déterminés à l'avance sont, dans une certaine mesure, incompatible avec une approche « centrée utilisateur » des relations humain-ACA. L'intimité constitue un processus dyadique qui implique les deux partenaires de l'interaction et dans ce cadre, la littérature en psychologie a largement souligné l'importance de la réciprocité et de la compréhension mutuelle (Laurenceau *et al.*, 2005; Reis *et al.*, 1988; Prager, 1995). Ainsi, notre objectif est de converger vers la conception d'ACAs sociaux capables d'exprimer des comportements d'intimité en fonction des propriétés et du contexte de l'interaction (type de relation, statut, caractéristiques individuelles), mais également en accord et en réponse avec les comportements de l'utilisateur (Reis *et al.*, 1988). La capacité de l'agent virtuel à exprimer spontanément des comportements intimes, inspirés de modèles théoriques humains et appuyés par la littérature relative aux mécanismes sociocognitifs, nous paraît donc indispensable pour espérer construire une relation sociale avec l'utilisateur. Ainsi,

7.1. ÉTUDE 1. QUELLE INFLUENCE DU NIVEAU D'EXPRESSION DE L'AGENT ET DES MODALITÉS D'INTERACTION ?

Matsuyama *et al.* (2016) ont ouvert la voie en proposant un modèle d'agent relationnel capable de moduler son propre comportement en fonction d'indicateurs issus du comportement de l'interlocuteur.

Dans cette perspective, nous avons orienté nos travaux de recherche tout au long de cette thèse vers la conception d'un ACA capable de générer automatiquement des comportements intimes dans un contexte d'interaction réelle avec de vrais touristes, afin d'évaluer l'impact de ces comportements intimes sur les perceptions et les comportements de l'utilisateur. Plus loin dans le manuscrit, nous proposons ainsi une étude interactive impliquant une conseillère virtuelle autonome capable d'interagir avec de vrais touristes (Section 8.2).

Ce qu'il faut retenir.

Objectifs. Nous proposons une étude portant sur la perception d'intimité à l'égard d'un ACA multimodale exprimant des comportements intimes pour valider notre modèle théorique et confirmer notre capacité à percevoir l'intimité virtuelle. Plus particulièrement, nous étudions l'influence du niveau d'expressivité de l'ACA (intime, non intime), l'importance de sa communication non-verbale (animé, non animé), ainsi que le poids du canal de communication verbale employé (voix, texte, mixte). Nous appréhendons également l'influence des comportements intimes de l'ACA d'un point de vue quantitatif en interrogeant la durée de l'interaction humain-ACA. Pour ce faire, nous interrogeons la perception d'intimité virtuelle et l'attention d'observateurs externes confrontés à des vidéos d'interactions entre notre conseillère touristique virtuelle et une touriste humaine.

Matériel. Nous avons développé un corpus de vidéos d'interactions entre notre conseillère touristique virtuelle et une touriste humaine dans lesquelles l'expressivité de l'ACA et sa communication non-verbale ainsi que le mode de communication et la durée de l'interaction sont manipulés. La perception d'intimité est évaluée avec l'échelle de mesure *Virtual Intimacy Scale* (VIS) et l'attention des participants est été mesurée avec une tâche de reconnaissance des informations verbales et non-verbales.

Résultats principaux. Les participants sont parfaitement capables de percevoir l'intimité véhiculée par la conseillère touristique virtuelle. Cependant, le rôle de la communication non-verbale n'est pas clair et la perception d'intimité semble majoritairement s'appuyer sur la communication verbale de l'ACA. Pourtant, nos analyses montrent que l'attention portée à la communication sociale non-verbale de l'ACA est un prédicteur de la perception d'intimité virtuelle. D'un point de vu quantitatif, plus les signaux sociaux exprimés par l'ACA sont nombreux et plus la perception d'intimité est importante. Néanmoins, cette observation pourrait être principalement due à un effet simple de la durée de l'interaction. Contrairement à la communication textuelle, la communication orale a un effet bénéfique pour la perception d'intimité virtuelle.

Enfin, les comportements intimes de l'ACA semblent ne pas perturber la compréhension des informations liées à la tâche véhiculées dans la communication verbale de l'ACA et sont au contraire bénéfiques pour la reconnaissance des informations sociales portées par la communication non-verbale. Il existe donc une relation entre le niveau d'attention des participants et la perception d'intimité virtuelle. Nos résultats sont en faveur de la théorie de la réponse émotionnelle comme suggéré par Liew *et al.* (2017).

7.2 ÉTUDE 2. Quelle différence entre humain et agent ?

Dans l'étude précédente, nous avons confirmé la capacité d'observateurs externes à percevoir l'intimité virtuelle chez un ACA exprimant des comportements intimes au cours d'une interaction avec un interlocuteur humain. Nos premiers résultats suggèrent que la théorie de la réponse émotionnelle s'applique dans des interaction avec un ACA multimodale intime : les signaux sociaux exprimés par un ACA semblent donc être traités comme des informations primaires (Liew *et al.*, 2017). De plus, le modèle d'intimité virtuelle que nous proposons pour structurer les comportements sociaux de l'ACA s'inspire du construit d'intimité tel qu'il est défini dans la littérature en psychologie des interactions interpersonnelles (Reis *et al.*, 1988; Prager, 1995; Laurenceau *et al.*, 1998). Nos premiers résultats montrent que notre modèle est approprié pour construire une interaction intime humain-ACA et nous laisse penser que le processus d'intimité est semblable dans les interactions humaines et humain-agent.

La présente étude a donc pour objectif principal de comparer le processus de perception de l'intimité dans des interactions humain-humain et humain-agent afin de déterminer comment les mécanismes socioperceptifs convergent ou divergent selon que les comportements intimes sont exprimés par un humain ou un agent virtuel.

La capacité des ACAs à induire des perceptions sociales est un sujet d'intérêt dans la littérature en informatique affective et en psychologie (Bickmore et Cassell, 2005; Clavel *et al.*, 2009; Krämer *et al.*, 2018). La plupart de ces travaux se sont intéressés à différents niveaux d'expressivité sociale de l'ACA afin d'en explorer l'impact sur les perceptions humaines. En revanche, peu d'études se sont concentrées sur la perception sociale en comparant des situations d'interactions humain-humain et humain-agent. Nous proposons que

cette approche perceptive mettent en exergue l'influence de l'autre dans le processus de perception d'intimité et souligne les divergences et les similarités des mécanismes socioperceptifs engagés lorsque le partenaire d'interaction est un ACA.

La question de la perception sociale des agents virtuels comparativement aux humains a toutefois été abordée dans plusieurs études. Il a notamment été montré qu'un agent pédagogique pouvait être perçu comme tout autant appréciable qu'un tuteur humain (Li *et al.*, 2016). Toutefois, les performances d'apprentissage des apprenants sont inférieures avec l'agent pédagogique et les auteurs incriminent alors l'usage d'une voix humaine, source de surcharge cognitive chez les apprenants. Effectivement, d'après la théorie de la charge cognitive (Sweller, 2011), le traitement d'informations incohérentes, inappropriées ou désynchronisées augmente la charge cognitive et dégrade les performances attentionnelles et d'apprentissage.

Comme le démontre ces travaux, la perception sociale des ACAs est particulièrement sensible à la cohérence entre les différentes composantes physiques, comportementales et émotionnelles qui constituent l'ACA. Ainsi, la ressemblance du personnage virtuel avec l'être humain est un déterminant crucial pour l'interaction sociale humain-agent (de Borst et de Gelder, 2015). L'expression incohérente de signaux dans une ou plusieurs composantes d'un personnage virtuel (*e.g.* graphisme ultra-réaliste vs. animation mécanique) génère une dissonance perceptive chez les participants et conduit à un sentiment d'étrangeté chez les observateurs particulièrement dérangent et délétère pour l'interaction : c'est le phénomène de la vallée de l'étrange (Mori, 1970; Mori *et al.*, 2012). Cette théorie est notamment supportée par des études d'imagerie cérébrale récentes ayant enregistré des signaux cérébraux spécifiques de la violation des attentes chez des individus confrontés à des robots « presque-mais-pas-vraiment-humains » (Urgen *et al.*, 2018). Les ERPs N400 représentent un encodage cérébral de la détection d'incohérentes, *i.e.* violation des attentes et

orientent le système attentionnel sur le stimulus saillant. D'autres témoins de la détection d'incohérence sociale et émotionnelle ont été retrouvés dans des régions cérébrales associées aux fonctions sociales et évaluatives (Grabenhorst *et al.*, 2019). Il semblerait toutefois que le phénomène de la vallée de l'étrange et la perception d'un personnage virtuel dépendent d'une part des caractéristiques de l'agent virtuel et d'autre part des caractéristiques personnelles de l'individu (Rosenthal-von der Pütten *et al.*, 2014; Rosenthal-Von Der Pütten et Krämer, 2014). Ce postulat s'accorde particulièrement avec la conceptualisation du processus d'intimité interpersonnelle proposé par Reis *et al.* (1988) dans lequel la perception d'intimité est dépendante de filtres d'interprétation basés sur les représentations et les expériences passées des individus.

D'autres recherches ont montré des réponses comportementales et neurophysiologiques comparables dans des situations émotionnelles impliquant un ACA ou un humain (Slater *et al.*, 2006; Cheetham *et al.*, 2009; Moser *et al.*, 2007; Mühlberger *et al.*, 2009).

De prime abord, ces travaux nous poussent à croire que l'expression de comportements sociaux chez un ACA pourrait induire des traitements cérébraux comparables à ceux engagés dans les interactions humaines. Pour apporter des éléments de discussion à ce questionnement de recherche, notre seconde étude a pour objectif de questionner la perception d'intimité dans des interactions humaines et humain-ACA démontrant des niveaux d'expressivité comparables.

Par ailleurs, la nature artificielle des ACAs pourrait avoir un impact sur la perception d'intimité puisque la technologie est reconnue pour métamorphoser les perceptions interpersonnelles (Hancock et Dunham, 2001; Peña *et al.*, 2007). Le phénomène de communication hyperpersonnelle (Walther, 1992) permet par exemple d'expliquer que, dans certains contextes, les individus présentent une plus grande propension à développer des relations intimes virtuelles. Néanmoins, les auteurs accordent moins d'importance à la technologie qu'aux partenaires eux-même pour expliquer le processus d'intimité dans les interactions

virtuelles (Walther, 1996). En supposant que les ACAs peuvent être considérés comme de véritables partenaires sociaux d'interaction (Gunkel, 2012), nous pouvons alors espérer qu'ils soient perçus au moins autant intimes qu'un partenaire humain. A cet égard, les recherches suggèrent que les agents virtuels pourraient devenir des interactants sociaux au même titre que les humains : Lucas *et al.* (2014) ont montré que dans un contexte d'interview médicale, les gens semblent plus enclin à divulguer des informations personnelles et privées à ce qu'ils pensent être un agent virtuel autonome plutôt qu'un avatar contrôlé par un humain. En nous appuyant sur ces travaux, nous faisons ainsi l'hypothèse qu'un ACA exprimant des comportements sociaux pourrait être perçu tout autant intime qu'un humain exprimant les mêmes comportements.

En conclusion, nous proposons cette deuxième étude pour comparer la perception d'intimité vis-à-vis d'interactions humaines et humain-ACA, impliquant des comportements multimodaux intimes similaires. Nous proposons ainsi d'étudier l'influence croisée du niveau d'expressivité (intime, non intime) et de la nature (ACA, humain) de l'interlocuteur dans une interaction professionnelle avec un humain, sur la perception d'intimité et l'attention des participants. Tout comme dans notre étude 1, nous appréhendons également de manière quantitative l'importance des signaux sociaux dans la communication de l'interlocuteur en étudiant l'impact de la durée de l'interaction.

7.2.1 Problématique

Alors que le développement d'ACAs exprimant des comportements sociaux suscite un intérêt croissant dans la littérature en informatique affective et en psychologie, les mécanismes socioperceptifs sous-jacents restent encore méconnus. Nous avons une vision restreinte de l'impact de l'ACA en lui-même sur la manière dont ses comportements sociaux sont perçus.

A travers cette seconde étude perceptive, nous souhaitons mettre en lumière les similarités ainsi que les différences qui émergent du processus de perception de l'intimité lorsque le partenaire d'interaction est soit un humain soit un ACA.

7.2.2 Matériel et méthode

Cette étude s'inscrit dans la continuité de la première et vise à comparer la perception de l'intimité virtuelle exprimée par un humain ou un agent virtuel. Pour répondre à notre problématique, nous nous appuyons dans cette étude sur une partie du matériel expérimental utilisé dans l'étude précédente. Dans le but de confirmer nos premières observations, nous proposons d'étudier globalement l'influence de l'expression de comportements intimes par une conseillère touristique sur la perception d'intimité d'un observateur externe. Dans un second temps, nous proposons d'examiner comment la perception de ces comportements est modulée par la nature, humaine ou virtuelle, de la conseillère touristique. En nous inspirant de nos précédentes observations, nous cherchons également à confirmer l'existence d'un lien entre les processus attentionnels et la perception d'intimité.

A) Design et conditions expérimentales

Pour répondre à nos objectifs de recherche, l'étude est conçue selon un plan factoriel mixte dans lequel *L'Expression d'intimité* (2 conditions : intime ; non intime) et la *Nature* (2 conditions : humaine ; virtuelle) constituent des variables inter-sujets alors que la *Longueur de l'interaction* (3 conditions : court ; intermédiaire ; long) constitue une variable intra-sujets (Figure 7.12).

L'Expression d'intimité est manipulée au travers de la communication verbale et non verbale de la conseillère touristique. Dans la condition intime, celle-ci exprime un ensemble d'indices d'intimité au cours de l'interaction, qui impliquent systématiquement sa communication verbale et non-verbale. Les indices d'intimité véhiculés par la conseillère reposent sur la littérature relative à l'intimité interpersonnelle et sont les mêmes que ceux décrits dans l'étude 1 (Section C)).

7.2. ÉTUDE 2. QUELLE DIFFÉRENCE ENTRE HUMAIN ET AGENT ?

La *Nature* de la conseillère touristique peut être virtuelle et dans ce cas, il s'agit de la conseillère virtuelle présentée dans l'étude 1. La nature de la conseillère touristique peut aussi être humaine et dans ce cas, il s'agit d'une actrice (également guide touristique) recrutée pour jouer le rôle de la conseillère touristique humaine.

la *Longueur de l'interaction* entre la conseillère touristique et la touriste varie selon les mêmes conditions que l'étude 1. L'interaction peut ainsi être courte (3 tours de parole), intermédiaire (5 tours de parole) ou longue (10 tours de parole). Les scénarios d'interaction utilisés dans cette étude sont communs à ceux utilisés dans l'étude 1. Nous observons donc à nouveau une durée supérieure des scénarios dans la condition intime comparativement à la condition non intime (20-25% de temps additionnel) en raison de l'ajout dans le dialogue des indices d'intimité.

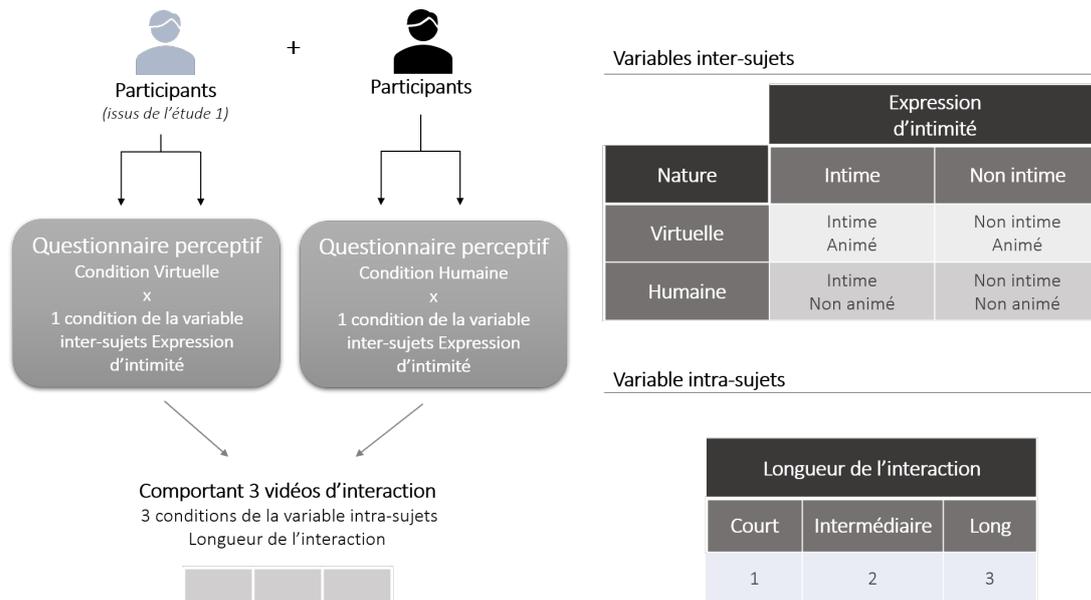


FIGURE 7.12 – Design expérimental de l'étude 2.

Il est à noter que pour permettre une comparaison la plus fiable possible entre les conditions expérimentales relatives à la nature de la conseillère, les scénarios d'interaction utilisés et donc les indices d'intimité verbaux sont strictement identiques. Aussi, l'actrice jouant le rôle de la conseillère humaine a reçu des directives précises pour reproduire au plus juste les comportements non-verbaux exprimés par la conseillère virtuelle et ainsi obtenir des conditions similaires et comparables.

B) Corpus de vidéos

Comme pour la précédente, nous interrogeons dans cette étude la perception d'observateurs externes après avoir visionné une vidéo d'interaction entre une conseillère touristique et son interlocuteur, (la même complice que dans l'étude 1, jouant le rôle d'une touriste). En complément du corpus de vidéos développé pour la première étude (Section D)) et partiellement réutilisé dans celle-ci, nous avons construit un second corpus de vidéos. Ce second corpus comporte des vidéos d'interaction simulées entre une conseillère touristique – cette fois-ci humaine – et une touriste. Plusieurs des vidéos utilisées dans notre expérimentation sont disponibles à titre d'exemple dans l'Annexe A. Tout comme dans le premier corpus de vidéos, la conseillère humaine est positionnée au centre de l'écran, derrière un comptoir de vente lui arrivant à hauteur du bassin. La conseillère humaine est orientée vers la touriste se trouvant en face d'elle, qui apparaît dans le coin droit de la scène.

Notre démarche méthodologique consiste à reproduire, le plus fidèlement possible, les interactions incluses dans le premier corpus de vidéos, en remplaçant dans ce second corpus la conseillère virtuelle par une conseillère humaine. Pour ce faire, nous avons engagé une actrice, également guide touristique à Paris, pour jouer le rôle de la conseillère touristique dans cette étude. Nous avons choisi cette actrice parmi un ensemble de candidates potentielles parce qu'elle dispose d'une expertise professionnelle dans le domaine du tourisme et parce

7.2. ÉTUDE 2. QUELLE DIFFÉRENCE ENTRE HUMAIN ET AGENT ?

que ses caractéristiques physiques sont proches de celles de notre conseillère virtuelle. Quant à la touriste, il s'agit de la même complice que dans l'étude 1.

Dans ce nouveau corpus de vidéo en revanche, la touriste est physiquement présente dans la scène et n'a pas été ajouté artificiellement. Le cadrage et l'angle de vue ont été ajustés pour refléter les mêmes dispositions que dans les vidéos du premier corpus impliquant la conseillère virtuelle. Aussi, l'actrice a reçu, en amont du tournage, les scénarios d'interaction ainsi qu'un ensemble de recommandations sur les comportements attendus dans les différentes conditions expérimentales (intime, non intime). Tout en conservant une attitude naturelle et crédible, l'actrice devait exprimer les mêmes comportements non-verbaux que ceux implémentés chez la conseillère virtuelle, dans les mêmes conditions. Le jour du tournage, plusieurs prises ont alors été nécessaires pour obtenir un corpus de vidéo comparable au premier. La figure 7.13 présente deux captures-vidéo issues respectivement de chacun de ces 2 corpus et illustre la similarité qu'il existe entre les vidéos.



FIGURE 7.13 – Illustration de scènes d'interaction entre la conseillère touristique et la touriste issues respectivement du corpus de vidéos comprenant la conseillère virtuelle (gauche) et la conseillère humaine (droite). Dans cet exemple, les deux vidéos sont présentées dans la condition intime et les deux conseillères expriment des indices verbaux et non-verbaux d'intimité.

Au total, 6 vidéos d'interaction avec la conseillère virtuelle, extraites du premier corpus ont été utilisées dans cette deuxième étude. Ces vidéos correspondent aux 3 scénarios de longueurs différentes présentés dans chacune des

2 conditions d'*expression d'intimité* (intime, non intime). Dans ces 6 vidéos du premier corpus, les interactions sont exclusivement conduites à l'orale et la conseillère virtuelle est animée. En complément, notre second corpus comporte 6 vidéos d'interaction impliquant la conseillère humaine, qui correspondent aux 3 scénarios de longueurs différentes présentés dans chacune des 2 conditions d'*expression d'intimité* (intime, non intime).

C) Participants

Cette étude compte 123 participants, dont 70 femmes. Parmi les participants, 50 sont communs à notre étude 1 et les 73 participants supplémentaires ont été spécifiquement recrutés pour cette deuxième étude, selon le même procédé. Tous les participants sont majeurs, âgés de 18 à 79 ans ($M = 30.90$, $SD = 12.46$) et répondent aux mêmes caractéristiques d'inclusion que dans l'étude 1.

D) Procédure

L'expérience consiste à remplir un questionnaire en ligne administré via les réseaux sociaux¹⁴ et des plateformes de crowd-sourcing¹⁵.

Parmi tous les participants, 73 ont été spécifiquement recrutés pour cette étude et ont été assignés de manière aléatoire à l'un des 2 questionnaires développés pour l'étude. Ces 2 questionnaires présentent uniquement une conseillère touristique humaine (i.e. condition humaine de la variable *Nature*) dans l'une ou l'autre des conditions d'*Expression d'intimité* (intime, non intime). Les 50 autres participations sont issues de la première étude (Section 7.1) dans laquelle les participants ont aléatoirement rempli un questionnaire impliquant une conseillère virtuelle (i.e. condition virtuelle de la variable *Nature*) dans l'une ou l'autre des conditions d'*Expression d'intimité* (intime, non intime).

14. Facebook

15. Prolific, Amazon Mechanical Turk

7.2. ÉTUDE 2. QUELLE DIFFÉRENCE ENTRE HUMAIN ET AGENT ?

En somme dans cette étude 2, toutes les participations sont issues de 4 questionnaires différents impliquant des vidéos d'interaction d'une conseillère humaine intime, d'une conseillère humaine non intime, d'une conseillère virtuelle intime ou d'une conseillère virtuelle non intime, respectivement dans les trois conditions de *Longueur de l'interaction*.

Tout comme dans l'étude 1, chacun des questionnaires utilisé dans cette étude est structuré à l'identique et débute par une présentation générale de l'expérience et des enjeux de recherche. Un consentement éclairé de participation est ensuite présenté aux participants qui l'acceptent en sélectionnant la case correspondante. Les consignes de l'expérience sont communiquées aux participants avant qu'ils débutent la tâche. Pendant la tâche, les participants sont confrontés à une série de vidéos montrant une interaction entre une conseillère touristique et un touriste. A la suite de chaque vidéo, les participants doivent remplir l'échelle de mesure VIS (Section 6.2) et effectuer la tâche de reconnaissance des informations verbales et non-verbales. Une fois la tâche terminée, les mêmes données démographiques que dans l'étude 1 sont recueillies. Enfin, les participants ayant complété la tâche avec sérieux¹⁶ et dans son intégralité sont remerciés et obtiennent une rétribution. Les détails de l'étude sont alors communiqués aux participants, qui, s'ils le souhaitent, peuvent prendre contact avec nous pour obtenir des informations complémentaires ou poser des questions.

Contrairement aux questionnaires issus de l'étude 1, chacun des 2 questionnaires développés en complément pour cette étude comporte seulement 3 blocs, correspondant aux 3 conditions de *Longueur de l'interaction*, comme

16. Pour s'assurer que les participants ont réalisé la tâche avec attention et sérieux, nous avons introduit au sein de l'échelle de mesure, un item de contrôle. L'affirmation associée à cet item de contrôle fait référence à un comportement hypothétique et absurde qu'aurait exprimé la conseillère pendant l'interaction. Tous les participants dont le degré d'accord avec cette affirmation est supérieur à 25% au moins 1 fois sont considérés comme déficients et sont exclus de l'étude.

précisé dans la section A). Pour chaque bloc, les participants doivent visionner une seule fois la vidéo d'interaction, dans un endroit calme et avec attention. Puis, il doivent renseigner leur perception du niveau d'intimité véhiculé par la conseillère touristique dans la vidéo qu'ils viennent de regarder, en remplissant l'échelle de mesure VIS. Une fois les 3 blocs complétés, la tâche est terminée. Aussi, les 3 blocs sont présentés de manière randomisée au sein du questionnaire pour chaque participant.

Il est donc important de noter que dans cette étude, tous les participants n'ont pas été confrontés au même nombre de vidéos d'interaction entre la conseillère touristique et la touriste. En effet, 73 participants recrutés spécifiquement pour cette étude ont rempli un questionnaire comprenant 3 blocs. En revanche, les 50 autres participants, dont les données issues de l'étude 1 ont été réutilisées, ont rempli un questionnaire comprenant initialement 9 blocs (bien que dans cette étude, nous n'analysons que les données issues de 3 des blocs). Ainsi, la durée de complétion totale du questionnaire n'est pas la même pour tous les participants de l'étude 2. Afin de pallier cette contrainte méthodologique, nous ne conservons les données que des participants ayant été attentifs et sérieux dans la tâche (d'après l'item contrôle).

E) Mesures

Dans cette étude nous utilisons les mêmes mesures que dans l'étude précédente, c'est à dire notre échelle de mesure de l'intimité virtuelle décrite en détails dans la Section 6.2, ainsi qu'un item additionnel demandant explicitement aux participants d'évaluer le niveau d'intimité véhiculé par la conseillère touristique.

A nouveau, l'analyse de l'alpha de Cronbach (α) montre une fiabilité satisfaisante de l'échelle pour la combinaison des 15 items avec $\alpha = 0.89$ et pour chacun des facteurs constitutifs, avec respectivement $\alpha = 0.79$, $\alpha = 0.83$ et $\alpha = 0.79$ pour les facteurs honnêteté et authenticité, positivité et compréhension

mutuelle. Aussi, nous avons conduit une mesure de corrélation entre l'échelle composée des 15 items et l'item unique additionnel. Les résultats des tests de Pearson et Spearman démontrent un coefficient de corrélation satisfaisant entre ces 2 mesures ($M = 56.37$, $SD = 15.07$ vs. $M = 35.18$, $SD = 23.64$, $p < 0.001$, $r = 0.71$, $\rho = 0.71$) que nous interprétons à nouveau comme une preuve de validité de notre échelle de mesure VIS.

A la suite de l'échelle de mesure VIS, la tâche de reconnaissances des informations verbales et non-verbales utilisée dans l'étude 1 a également été proposée aux participants dans cette présente étude.

Finalement les résultats, présentés dans la section 7.2.3 Résultats, portent sur l'analyse de (1) l'intimité perçue moyenne, calculée à partir des 15 items, (2) l'intimité perçue par facteur, calculée à partir des items associés à chaque facteur constitutif et (3) du pourcentage d'erreurs des participants à la tâche de reconnaissance des informations verbales et non-verbales.

F) Hypothèses

H1. Dans la continuité des résultats obtenus dans notre première étude, nous faisons l'hypothèse que quelle que soit la nature de la conseillère, l'intimité virtuelle perçue par les participants est supérieure dans la condition intime, comparativement à la condition non intime.

H2. Inspirés par les études relatives au phénomène d'intensification dans les processus d'expression et de perception de l'intimité dans le contexte de la communication médiée (Jiang *et al.*, 2013; Walther, 1996; Lucas *et al.*, 2014), nous faisons l'hypothèse qu'un tel effet d'intensification est observé chez les participants confrontés à l'interaction avec la conseillère virtuelle, comparativement à la conseillère humaine, lorsque celles-ci exprime des comportements intimes.

H3. En adéquation avec nos premiers résultats, nous faisons l'hypothèse que la longueur de l'interaction facilite la perception d'intimité. Toutes autres conditions confondues par ailleurs, nous nous attendons à ce que la conseillère soit perçue plus intime dans les scénarios longs que dans les scénarios de longueur intermédiaires, eux-mêmes associés à une intimité plus importante que dans les scénarios courts.

H4. Liew *et al.* (2017) suggèrent que la théorie de la réponse émotionnelle, induisant un impact positif des signaux sociaux sur les processus de mémoire et d'apprentissage, s'appliquent aux interactions humain-agent. Dans cette veine, notre précédente étude a démontré que la présence d'indices d'intimité chez l'agent virtuel génère de meilleures performances chez les participants dans la tâche de reconnaissance non-verbales . Nous faisons donc l'hypothèse que les processus attentionnels représentent un médiateur de la perception d'intimité dans les interactions médiées avec un agent virtuel. En accord avec ces travaux et notre hypothèse H2., nous faisons l'hypothèse que les participants accordent plus d'attention à la conseillère virtuelle qu'à la conseillère humaine, particulièrement dans la condition intime. Nous faisons également l'hypothèse que les performances des participants dans la tâche de reconnaissance des informations non-verbales sont meilleures dans condition de nature virtuelle, comparative-ment à la condition de nature humaine.

H5. Enfin, nous faisons l'hypothèse que l'expression d'intimité par la conseillère, quelle soit humaine ou virtuelle, impacte positivement les performances des participants dans la tâche de reconnaissance des informations non-verbales.

7.2.3 Résultats

En premier lieu, nous avons exploré la distribution de nos données. Les résultats du test de Kolmogorov-Smirnov soutiennent l'hypothèse d'une distribution normale de nos données et ce, pour le score moyen d'intimité virtuelle ainsi que pour les scores d'intimité virtuelle associés à chacun des facteurs, dans chacune de nos conditions expérimentales ($p > 0.15$).

Une fois la distribution normale de nos données confirmée, nous avons exploré le score moyen d'intimité (relatif à la moyenne des 15 items) ainsi que les scores d'intimité associés à chacun des 3 facteurs d'intimité. Dans cette section, nous ne reportons les résultats des scores par facteur que lorsque ces derniers divergent des résultats relatifs au score moyen d'intimité. L'analyse descriptive de nos données est reportée dans le tableau 8.1.

Dans cette étude, nous examinons l'influence de nos variables indépendantes sur l'intimité virtuelle perçue en nous appuyant sur une analyse de variance de type ANOVA mixte dans laquelle l'*Expression d'intimité* (intime, non-intime) et la *Nature* (humaine, virtuelle) sont reconnues comme des facteurs inter-sujets, alors que la *Longueur de l'interaction* (court, intermédiaire, long) est un facteur intra-sujets. Pour compléter les résultats obtenus par l'ANOVA, nous avons conduit des t-test permettant de comparer les conditions expérimentales 2 à 2. Enfin, les pourcentages d'erreurs des participants à la tâche de reconnaissance des informations verbales et non-verbales sont examinés par analyse de type modèle de régression linéaire et test de Mann-Whitney.

7.2. ÉTUDE 2. QUELLE DIFFÉRENCE ENTRE HUMAIN ET AGENT ?

TABLE 7.1 – Statistiques descriptives de la perception d'intimité virtuelle

	COURT			
	VIRTUEL INTIME	VIRTUEL NON INTIME	HUMAIN INTIME	HUMAIN NON INTIME
Nb	25	25	38	35
M	63.884	43.408	60.725	35.251
SD	12.752	10.431	10.959	13.097
Min	36.900	11.800	33.600	11.067
Max	83.000	60.000	84.067	60.667
	INTERMÉDIAIRE			
	VIRTUEL INTIME	VIRTUEL NON INTIME	HUMAIN INTIME	HUMAIN NON INTIME
Nb	25	25	38	35
M	68.075	48.544	66.374	37.589
SD	13.011	13.697	10.282	14.357
Min	37.133	15.400	40.600	12.600
Max	90.333	68.800	85.533	80.000
	LONG			
	VIRTUEL INTIME	VIRTUEL NON INTIME	HUMAIN INTIME	HUMAIN NON INTIME
Nb	25	25	38	35
M	71.844	55.920	71.437	54.648
SD	13.083	14.185	10.318	13.200
Min	40.700	24.300	36.200	21.467
Max	91.700	86.700	91.333	76.000

Note. Valeur moyenne (M), écart-type (SD), minimale (Min) et maximale (Max) d'intimité virtuelle perçue exprimée en %, dans chacune des conditions.

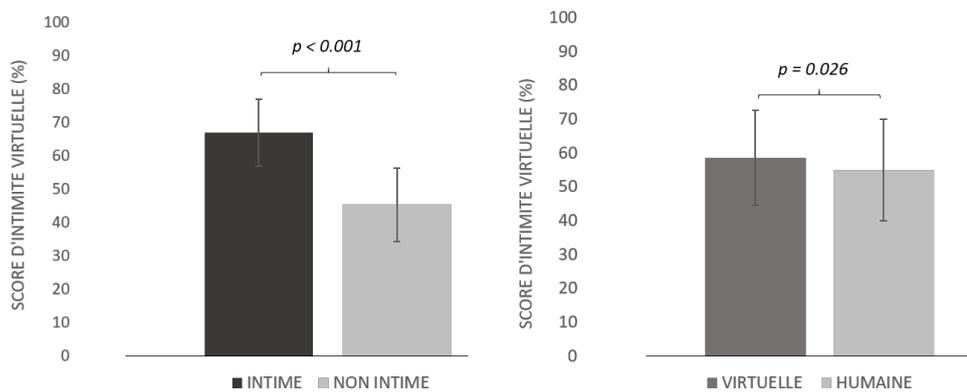


FIGURE 7.14 – Perception d'intimité virtuelle en fonction respectivement de l'Expression d'intimité (gauche) et de la Nature (droite) de la conseillère.

A) Perception globale de l'intimité

D'une part, les participants attribuent globalement un score d'intimité moyen de 66.88% lorsque la conseillère touristique est intime, alors qu'ils n'attribuent qu'un score de 45.33% lorsque la conseillère est non intime. Le score d'intimité attribué à la conseillère non intime est significativement inférieur à la valeur fixée par défaut à 50% ($t(59) = 3.005$, $p = 0.004$, $M = 45.33$, $SD = 11.03$), alors que le score d'intimité attribué à la conseillère intime est quant à lui significativement supérieur à la valeur par défaut ($t(62) = 13.024$, $p < 0.001$, $M = 66.88$, $SD = 10.05$).

D'autre part, l'analyse de variance révèle un effet principal fort de l'Expression d'intimité ($F(1, 119) = 124.30$, $p < 0.001$, $\eta^2 = 0.37$) : le score d'intimité virtuelle dans la condition intime est significativement supérieur à celui associé à la condition non intime ($M = 66.88$, $SD = 10.05$ vs $= 45.33$, $SD = 11.03$), comme présenté dans la Figure 7.14. Cet effet principal est également retrouvé pour les 3 facteurs constitutifs de l'intimité virtuelle, dans les mêmes proportions.

Enfin, nous avons adopté une démarche exploratoire pour déterminer la manière avec laquelle les 3 facteurs de l'intimité virtuelle s'expriment indi-

viduellement. Pour permettre une comparaison entre les sous-dimensions de notre échelle de mesure, nous avons effectué, tout comme dans l'étude 1, une standardisation des scores d'intimité perçue associés aux facteurs F1 Honnêteté et authenticité, F2 Positivité et F3 Compréhension mutuelle. Une fois cette opération effectuée, nous avons procédé à une analyse de variance de type ANOVA dans laquelle les scores d'intimité par facteur constituent des mesures répétées et l'*Expression d'intimité* est reconnue comme une variable indépendante inter-sujet.

Les résultats de cette ANOVA montrent alors un effet d'interaction entre l'expression d'intimité et les facteurs constitutifs ($F(2, 242) = 7.009, p = 0.001, \eta_p^2 = 0.055$). Bien que la représentation graphique des facteurs dans les deux conditions expérimentales d'Expression d'intimité répond à une distribution similaire à celle observée dans l'étude 1 (Section 7.1.3), les résultats des tests post-hoc incluant une correction Bonferroni n'atteignent pas le seuil de significativité et ne rapportent donc pas de différence significative entre les 3 facteurs d'intimité virtuelle entre les conditions intime et non intime.

En conclusion, nos observations corroborent notre hypothèse H1. et confirment que les participants perçoivent largement l'expression d'intimité dans la communication verbale et non-verbale de la conseillère.

B) Influence de la nature de la conseillère

En nous inspirant du phénomène d'intensification, nous faisons l'hypothèse que les participants attribuent un score d'intimité virtuelle supérieur à la conseillère virtuelle, comparativement à la conseillère humaine, notamment dans la condition intime (H2.).

Avant de vérifier notre hypothèse, nous avons au préalable étudié l'effet simple de la *Nature* de la conseillère touristique. Les résultats de l'ANOVA montrent alors un effet principal de la nature de la conseillère sur la perception de l'intimité virtuelle ($F(1, 119) = 5.0789, p = 0.026, \eta^2 = 0.04$) : comme

l'illustre la Figure 7.14, les participants attribuent un score d'intimité significativement supérieur à la conseillère virtuelle comparativement à la conseillère humaine ($M = 58.61, SD = 14.62$ vs $M = 54.82, SD = 15.28$). Cet effet simple est toutefois de faible amplitude et en étudiant chacun des facteurs constitutifs séparément, il n'est retrouvé que pour le facteur Positivité ($F(1, 119) = 9.1512, p = 0.003, \eta^2 = 0.07, M = 64.51, SD = 17.36$ vs $M = 58.00, SD = 20.43$).

En complément, nous avons exploré l'effet d'interaction entre la *Nature* de la conseillère et son *Expression d'intimité*. L'ANOVA révèle un effet d'interaction, seulement pour le facteur Positivité de l'intimité virtuelle ($F(1, 119) = 8.1362, p = 0.005, \eta^2 = 0.06$). Après corrections Bonferroni, les participants attribuent un score de positivité supérieur à la conseillère virtuelle comparativement à la conseillère humaine, uniquement dans la condition non intime ($M = 54.86, SD = 15.02$ vs. $M = 40.79, SD = 14.06, p < 0.001$).

Puis, dans le but de valider notre hypothèse H2., nous avons conduit des t-tests permettant la comparaison du score moyen d'intimité virtuelle attribué respectivement à la conseillère virtuelle et à la conseillère humaine, dans la condition intime. Étonnamment, nous n'observons aucune différence significative entre les deux conditions ($t(61) = 0.676, p = 0.502, d = 0.09, M = 66.18, SD = 8.64$ vs $M = 67.08, SD = 11.99$). En revanche dans la condition non intime, nous observons un effet modéré à fort de la nature de la conseillère : comme le montre la Figure 7.15, la conseillère virtuelle est jugée plus intime que la conseillère humaine ($t(58) = 2.452, p = 0.017, d = 0.70, M = 42.49, SD = 10.60$ vs $M = 49.88, SD = 10.56$). Nous retrouvons également cet effet lorsque nous étudions individuellement les facteurs Honnêteté et authenticité ($t(58) = 2.324, p = 0.024, d = 0.44, M = 26.24, SD = 15.40$ vs $M = 32.73, SD = 14.02$) et Positivité ($t(58) = 3.714, p < 0.001, d = 0.99, M = 40.79, SD = 14.06$ vs $M = 55.61, SD = 15.02$).

En complément après standardisation de nos données, nous avons procédé à une analyse de variance de type ANOVA dans laquelle les scores d'intimité

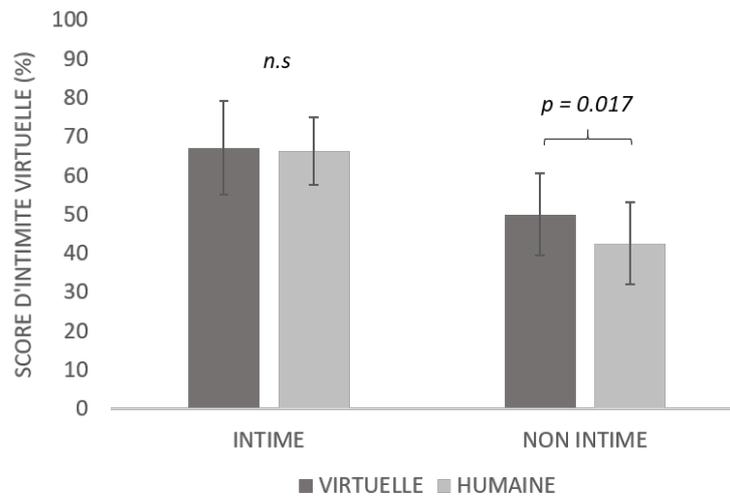


FIGURE 7.15 – Effet d’interaction de l’expression d’intimité et de la nature de la conseillère sur la perception d’intimité virtuelle.

par facteur constituant des mesures répétées et la *Nature* de la conseillère est reconnue comme une variable indépendante inter-sujet. Cette analyse ne révèle aucune différence significative dans la distribution des facteurs.

En conclusion, nos résultats ne nous permettent pas de confirmer notre hypothèse H2. et montrent à l’inverse que dans la condition intime, aucune différence de perception n’est observée entre les conseillères virtuelle et humaine. En revanche, en l’absence d’intimité, la conseillère humaine est perçue nettement moins intime que la conseillère virtuelle.

C) Influence de la longueur de l’interaction

L’analyse de variance ANOVA montre un effet principal fort de la longueur de l’interaction sur la perception d’intimité virtuelle ($F(2, 238) = 68.827$, $p < 0.001$, $\eta^2 = 0.37$) : la perception d’intimité virtuelle est d’autant plus importante que l’interaction dure, avec respectivement pour les interactions courtes ($M = 50.60$, vs $SD = 16.85$), pour les interactions intermédiaires ($M = 54.90$, $SD = 18.18$) et pour les interactions longues ($M = 63.59$, $SD = 14.90$), comme le montre la Figure 7.16. Des t-tests complémentaires

7.2. ÉTUDE 2. QUELLE DIFFÉRENCE ENTRE HUMAIN ET AGENT ?

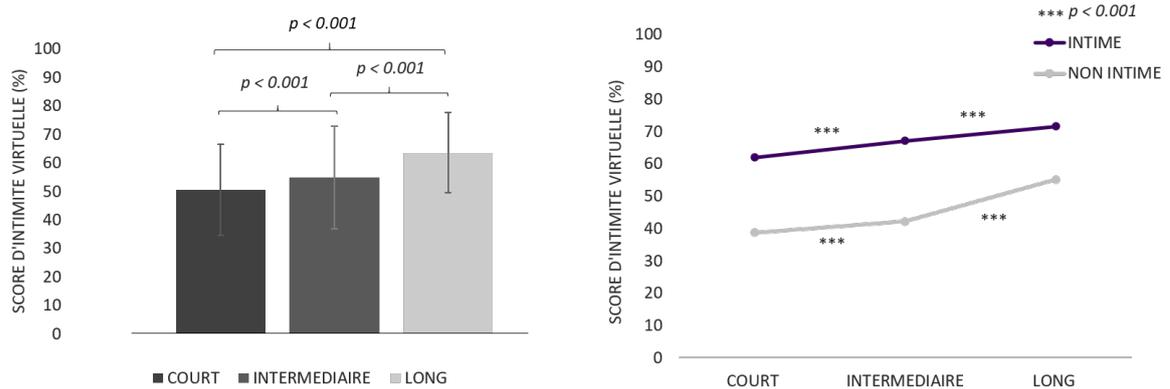


FIGURE 7.16 – Effet principal de la Longueur de l'interaction sur la perception d'intimité virtuelle (gauche) dans les deux conditions d'Expression d'intimité (droite)

avec corrections Bonferroni montrent également que ces différences significatives entre chacune des conditions de longueur sont vérifiées dans les deux conditions d'intimité (avec $p < 0.001$ pour chacune des 6 comparaisons).

Ces résultats, en adéquation avec les observations de l'étude 1, valident notre hypothèse H3. et confirment que la perception d'intimité virtuelle est affectée positivement par la longueur de l'interaction, toutes autres conditions confondues par ailleurs.

D) Quels médiateurs des performances attentionnelles ?

Dans un premier temps, nous avons globalement étudié les performances des participants. Les participants ne commettent une erreur dans la tâche de reconnaissance des informations verbales que dans 5% des cas seulement ; nous n'avons observé aucun effet de la nature de la conseillère sur le taux d'erreur des participants. En revanche dans la tâche de reconnaissance des informations non-verbales, les participants font en moyenne 17% erreurs. Ces erreurs présentent un répartition différente selon la condition expérimentale à laquelle ont été confrontés les participants :

Un test de Mann Whitney a montré un effet principal de la *Nature* de

la conseillère sur le taux d'erreurs des participants ($U = 2300.00$, $p = 0.005$), avec un taux d'erreurs supérieur chez les participants confrontés à la conseillère virtuelle ($M = 0.24$) comparativement à la conseillère humaine ($M = 0.11$). En revanche, nous n'observons pas d'effet principal de l'*Expression d'intimité* entre les conditions intime ($M = 0.16$) et non intime ($M = 0.17$).

Dans un second temps, nous avons examiné la distribution du taux d'erreurs des participants dans la tâche de reconnaissance des informations non-verbales, dans chacune des 2 conditions d'expression d'intimité pour la conseillère virtuelle et la conseillère humaine. Les participants démontrent un taux d'erreurs supérieur dans la condition non intime ($M = 0.37$) comparativement à la condition intime ($M = 0.11$), lorsqu'ils sont confrontés à la conseillère virtuelle ($U = 120.000$, $p < 0.001$). A contrario, les participants confrontés à la conseillère humaine présentent un taux d'erreurs supérieur dans la condition intime ($M = 0.19$) comparativement à la condition non intime ($M = 0.029$), ($U = 945.000$, $p < 0.001$). Dans un troisième temps nous avons examiné si, comme dans l'étude 1, le taux d'erreurs des participants prédit la perception d'intimité. Contrairement à nos premiers résultats, l'analyse de régression linéaire n'a pas révélé d'effet du taux d'erreurs ($F(1, 122) = 0.109$, $p = 0.741$, $R^2 = 0.001$, $\beta = 0.030$). En revanche, nous remarquons que le taux d'erreurs prédit effectivement la perception d'intimité lorsque nous nous concentrons exclusivement sur la conseillère virtuelle ($F(1, 48) = 5.389$, $p = 0.025$, $R^2 = 0.10$, $\beta = -0.32$) ou exclusivement sur la conseillère humaine ($F(1, 71) = 6.675$, $p = 0.012$, $R^2 = 0.09$, $\beta = 0.293$). Comme l'illustre la Figure 7.17, cet effet prédictif est de sens opposé selon la nature de la conseillère.

7.2. ÉTUDE 2. QUELLE DIFFÉRENCE ENTRE HUMAIN ET AGENT ?

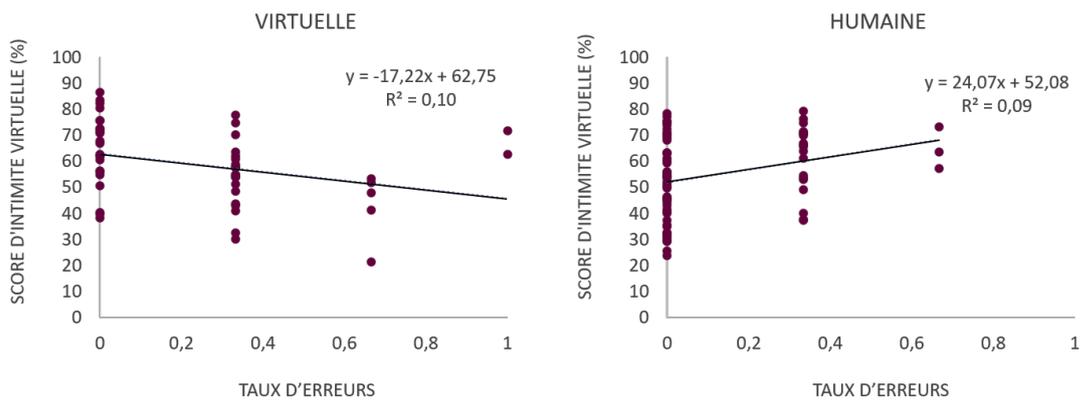


FIGURE 7.17 – Effet prédicteur du taux d’erreurs dans la tâche de reconnaissance des informations non-verbales sur la perception d’intimité virtuelle, en fonction de la nature virtuelle (gauche) ou humaine (droite) de la conseillère.

En conclusion, nos résultats invalident notre hypothèse H4. qui suggérait un focus attentionnel en faveur de la conseillère touristique virtuelle et montrent, au contraire, que les participants obtiennent de meilleures performances de reconnaissance des comportements non-verbaux pour la conseillère humaine. Notre hypothèse H5. n’est pas non plus validée puisque l’amélioration des performances de reconnaissance des participants dans la condition intime n’est observée qu’avec la conseillère touristique virtuelle. À l’inverse, la conseillère humaine induit de meilleures performances de reconnaissance chez les participants dans la condition non intime.

7.2.4 Discussion de l'étude

Cette seconde étude a pour objectif d'étudier comment la perception d'intimité est influencée par la nature du partenaire qui la véhicule. La littérature en psychologie et neurosciences nous apporte déjà quelques éléments de réponse en pointant l'existence de similarités et de différences dans les processus socioémotionnels impliqués dans la perception d'être humains et d'avatars humanoïdes (de Borst *et al.*, 2018; de Borst et de Gelder, 2015; Moser *et al.*, 2007). La nouveauté de ce travail porte sur l'investigation de ces processus socioémotionnels au cours d'interactions dyadiques dans lesquelles les comportements verbaux et non-verbaux intimes peuvent être exprimés par un agent virtuel ou un humain.

A) Perception globale de l'intimité virtuelle

En adéquation avec nos précédentes observations, les résultats de cette étude confirment que l'expression d'intimité au travers de la communication verbale et non-verbale de la conseillère est largement reconnue par les participants. Ces nouvelles données suggèrent que notre proposition de modèle d'intimité virtuelle, initialement développé pour l'évaluation des ACAs sociaux, pourrait également être adapté à l'évaluation d'intimité dans la communication humaine et peut-être plus spécifiquement dans le cadre d'interactions médiées par ordinateur. Dans leur ensemble, les comportements caractérisant l'intimité interpersonnelle dans la littérature semblent donc appropriés aux dyades humaines et humain-agent.

Dans cette étude et la précédente, nous avons fixé la valeur d'intimité virtuelle par défaut à 50% dans notre questionnaire et les participants doivent faire glisser le curseurs vers la gauche (potentiellement jusqu'à 0%) ou vers la droite (potentiellement jusqu'à 100%) selon la perception qu'ils ont de la conseillère touristique. En supposant que l'intimité est une fonction binaire qui peut être perçue ou ne pas être perçue, les participants auraient probablement considé-

rés la condition non intime comme la condition de référence et n'auraient alors attribué un score différent et supérieur à 50% que dans la condition intime. Pourtant, nos résultats montrent que les deux conditions d'expression d'intimité se distinguent de la valeur par défaut et prennent une polarité inversée : la perception d'intimité chez la conseillère intime est significativement supérieure à la valeur par défaut alors que celle associée à la conseillère non intime est significativement inférieure à cette valeur de référence. Nous pensons que ces observations témoignent du caractère continu de l'intimité et suggèrent que les participants n'adoptent pas une vision binaire quant à sa perception mais considèrent plutôt l'intimité virtuelle comme un spectre large.

De plus, l'idée selon laquelle la perception d'intimité adopte la forme d'un continuum est également soutenue par son évolution temporelle. En effet, l'intimité n'apparaît pas dans la littérature comme une fonction sociale statique et inerte mais plutôt comme un processus dynamique qui se manifeste, évolue et se régule tout au long de l'interaction et au fur et à mesure d'interactions répétées entre une même dyade. Prager (1995) considère d'ailleurs l'interaction intime comme l'unité de base à partir de laquelle il est possible d'étudier les relations interpersonnelles. L'auteur soutient une vision « construite » des relations intimes, capitalisant sur la somme d'interactions intimes successives entre deux partenaires. Dans cette veine, nous suggérons que la temporalité au sein d'une même interaction joue également un rôle dans la perception d'intimité ; ainsi une interaction intime peut s'apparenter à une somme de comportements intimes exprimés et perçus de manière adéquate. En effet, nous avons observé que la durée de l'interaction renforce considérablement la perception d'intimité virtuelle. Toutefois, nos observations suggèrent que la relation entre expression de comportements intimes et perception d'intimité virtuelle n'est pas linéaire et arbore une forme plus complexe qui nécessiterait d'être étudiée plus spécifiquement. En outre, cette relation est retrouvée dans les deux conditions d'intimité et amène à penser qu'au delà de l'effet indirect associé à l'expression

des indices d'intimité, la temporalité de l'interaction pourrait avoir un effet à part entière sur la perception d'intimité. La dimension temporelle des interactions se dessine comme un médiateur de la perception d'intimité et de nouvelles investigations sont nécessaires pour en comprendre le fonctionnement.

B) L'interlocuteur importe-il ?

En nous inspirant de la théorie de l'effet d'intensification (Walther, 1996), nous avons fait l'hypothèse que la conseillère virtuelle serait perçue plus intime que la conseillère humaine, notamment lorsqu'elle exprime des comportements intimes (H3.). Globalement, nos résultats prennent cette direction et montrent une perception supérieure de l'intimité virtuelle chez la conseillère virtuelle comparativement à la conseillère humaine. Toutefois, nous avons déterminé que l'influence de la nature de la conseillère virtuelle n'est retrouvée que dans la condition non intime et donc que cet effet d'intensification ne s'appuie pas sur la présence, mais sur l'absence des comportements intimes. Dans la condition intime, au contraire, la conseillère virtuelle et la conseillère humaine obtiennent des scores d'intimité virtuelle statistiquement non-différent. Par conséquent, la présence de comportements intimes chez les deux versions de la conseillère ne semble pas influencer la perception des participants, en revanche, l'absence de comportements intimes génère une perception dégradée de l'intimité chez la conseillère humaine par rapport à la conseillère virtuelle.

D'après nous, ces observations suggèrent que l'absence d'indices sociaux chez un être humain est nettement plus délétère pour la perception d'intimité que chez un agent virtuel. L'une des raisons que nous invoquons s'apparente aux représentations mentales et aux attentes en termes de compétences sociales que nous générons à l'égard de nos pairs et à l'égard des agents virtuels. Nous pensons que nos attentes sont différentes selon la nature de notre interlocuteur : les êtres humains sont des êtres sociaux par essence et nos expériences passées nous ont appris que les individus expriment de nombreux indices so-

ciaux au quotidien ; en parallèle, la plupart des agents virtuels disponibles dans le commerce et utilisés aujourd'hui sont peu ou pas sociaux, nous n'avons donc pas d'attentes particulières à cet égard. Dans notre présente étude, il semble donc que ce soit l'absence de comportements sociaux, pourtant attendus par les participants, qui ait généré une évaluation dépréciative de l'intimité virtuelle chez la conseillère humaine. Ces observations sont notamment en adéquation avec les travaux de recherche relatifs à la vallée de l'étrange (Mori, 1970) : la détection par un observateur d'incohérences sociales chez un individu est source d'une évaluation sociale dégradée, qui est à la fois dépendante des caractéristiques de l'individu ou du personnage et des attentes de l'observateur (Rosenthal-Von Der Pütten et Krämer, 2014).

En complément, l'hypothèse que nous avançons semble corroborée par les performances obtenues par les participants dans la tâche de reconnaissance des informations non-verbales. Les performances des participants sont en effet améliorées par la présence des indices sociaux chez la conseillère virtuelle alors qu'elles sont dégradées dans le cas de la conseillère humaine. En nous inspirant d'une approche neurocognitive, nous proposons que l'attention des participants soit focalisée sur les conditions les plus inattendues : ainsi, la présence de comportements intimes chez la conseillère virtuelle est une condition inattendue, attirant particulièrement l'attention des participants qui obtiennent par conséquent de meilleures performances. A l'inverse, l'absence d'indices intimes chez la conseillère humaine est une condition inattendue et étrange qui génère probablement un focus attentionnel chez les participants et de meilleures performances dans la condition non intime.

En accord avec les propos de Pollick (2009), nous postulons que les agents virtuels et plus étonnement les êtres-humains, sont sujets au phénomène de la vallée de l'étrange et doivent bénéficier de compétences sociales appropriées pour être pleinement reconnus comme des partenaires d'interaction. Nos recherches s'accordent avec les observations de Lucas *et al.* (2014) et démontrent

qu'en exprimant des comportements intimes avec cohérence, être humains et agents virtuels peuvent atteindre le même degré d'intimité perçue, puisque dans notre étude, nous n'avons pas observé de différence perceptive entre les conseillères virtuelle et humaine dans la condition intime. Dans la continuité de notre hypothèse explicative, nous reconnaissons que les filtres d'interprétation des participants conduisent probablement à ce qu'ils surestiment le niveau d'intimité perçue chez la conseillère virtuelle. Les représentations mentales et les attentes des individus vis à vis des agents virtuels étant amenées à évoluer, nous pouvons supposer que ces observations s'avéreront différentes d'ici quelques années.

Nos travaux suggèrent à nouveau que l'intimité virtuelle s'inscrit dans un processus qui semble similaire à celui décrit pour l'intimité interpersonnelle. La perception d'intimité implique d'une part que les individus soient capables d'interpréter efficacement les signaux sociaux exprimés par leur interlocuteur (Reis *et al.*, 1988; Prager, 1995). Ainsi, nos résultats ont montré que des indices d'intimité similaires, exprimés par un agent virtuel ou humain, induisent une perception d'intimité similaire chez les participants. La perception d'intimité implique d'autre part les perceptions et représentations propres à chaque individu (Reis *et al.*, 1988; Burgoon et Hale, 1988). Dans cette veine, nos résultats suggèrent qu'il existe un compromis entre les représentations personnelles des participants et leur perception des comportements d'autrui. Ainsi, la représentation personnelle que chaque individu a de l'intimité s'appuie sur ses expériences intimes passées. L'ensemble des interactions et des relations que nous entretenons au cours de notre existence façonne la représentation que nous avons de l'intimité et la manière dont elle est sentée s'exprimer. Ces représentations personnelles nous amènent également à avoir différentes attentes envers nos interlocuteurs selon le contexte. Comme le suggèrent nos résultats, nous avons semble-il des attentes fortes en termes de compétences sociales vis-à-vis de nos pairs, alors que nous n'avons pas (ou peu) d'attentes spécifiques vis à

vis des ACAs. L'implication de ces deux mécanismes compétitifs (perception d'autrui vs. perceptions personnelles) pourrait ainsi expliquer qu'à un niveau d'expression d'intimité faible mais équivalent, les participants dans notre étude ont perçu un niveau d'intimité inférieur chez la conseillère humaine comparativement à la conseillère virtuelle.

En conclusion, nos observations soutiennent notre capacité à percevoir des compétences sociales chez des ACAs. Nos observations suggèrent que la perception d'intimité virtuelle est principalement dépendante des comportements intimes exprimés par l'interlocuteur, qu'il soit humain ou virtuel, bien que notre perception sociale est aussi modulée par nos représentations et attentes personnelles. De plus, nos résultats supposent que le concept d'intimité virtuelle répond aux mêmes mécanismes que ceux décrits dans la littérature sur l'intimité interpersonnelle (Prager, 1995; Reis *et al.*, 1988). Ces éléments nous apparaissent comme particulièrement prometteurs pour le design d'agents virtuels capables d'entretenir des interactions sociales avec les utilisateurs puisque d'une part, ils supportent une conception des ACAs basée sur la cognition humaine et d'autre part, car ils offrent une perspectives d'amélioration des représentations sociales des utilisateurs vis à vis des ACAs, avec l'adoption progressive de cette technologie.

C) Limitations de l'étude et perspectives

Cette étude exploratoire constitue une deuxième étape dans notre démarche d'investigation de l'impact des compétences sociales d'un agent virtuel sur les perceptions, les ressentis et les comportements d'un utilisateur interagissant naturellement avec l'agent. Alors que la première étape de ce projet a d'abord confirmé notre capacité à percevoir l'intimité chez un agent virtuel, cette seconde étude a étudié l'impact de la nature virtuelle de l'agent sur la perception d'intimité.

Au delà des limitations précédemment mentionnées et communes aux deux études, nous pourrions rapporter une limitation supplémentaire à cette étude, portant sur le caractère simulé des interactions entre la conseillère et la touriste. Notamment, les consignes relatives à la manière de jouer les comportements verbaux et non-verbaux qui ont été fournies à l'actrice jouant le rôle de la conseillère humaine ont pu rendre les interactions moins naturelles et spontanées aux yeux des observateurs. Aussi et bien que nous ayons pris le soin de recruter une actrice en fonction de sa ressemblance avec la conseillère virtuelle, certaines de ses caractéristiques, comme son apparence et son timbre de voix ont pu influencer les premières impressions des participants (Argyle, 2013; Cafaro *et al.*, 2016; Naumann *et al.*, 2009) et par conséquent, leur perception d'intimité. Plus globalement, les résultats obtenus dans nos deux études perceptives ne tiennent pas comptes des caractéristiques individuelles des deux partenaires de l'interaction et d'autres investigations seraient nécessaires pour s'assurer que nos observations sont robustes à l'influence de critères de genre ou d'apparence physique de l'agent virtuel.

Pour répondre aux limitations majeures de nos deux études perceptives, nous avons souhaité adopter une approche interactive afin d'explorer la perception d'intimité chez de vrais utilisateurs, en situation écologique d'interaction avec un ACA intime. Pour ce faire, nous avons développé une version interactive de notre conseillère touristique virtuelle, capable de générer en temps réel et de manière automatique des comportements verbaux et non-verbaux, tout en assurant sa fonction professionnelle auprès d'utilisateurs réels. Cette version autonome de notre conseillère virtuelle est présentée dans la section 8.1 du chapitre suivant et nous a permis de proposer deux études interactives sur le terrain, présentées dans les sections 8.2 et 8.3.

Ce qu'il faut retenir.

Objectifs. Nous nous interrogeons sur l'influence des signaux intimes selon qu'ils sont exprimés par un ACA ou un humain. Dans la continuité de notre approche perceptive, nous avons proposé une seconde étude afin de comparer la perception de l'intimité et l'attention d'observateurs externes confrontés à des interactions humain-humain ou humain-agent. Plus particulièrement, nous avons étudié la nature du partenaire (ACA, humain) et son niveau d'expressivité sociale (intime, non intime) sur la perception d'intimité et l'attention des participants. Nous avons également appréhendé l'influence des comportements intimes d'un point de vue quantitatif avec la durée des interactions.

Matériels. Nous avons utilisé 2 corpus de vidéos mettant en scène des interactions professionnelles entre une conseillère touristique virtuelle ou humaine et une touriste humaine. Pour pouvoir être comparés, les comportements sociaux des conseillères humaine et virtuelle sont similaires et s'appuient sur notre modèle d'intimité virtuelle. Tout comme dans la première étude, la perception d'intimité a été évaluée avec notre échelle *Virtual Intimacy Scale* (VIS) et l'attention des participants a été mesurée avec une tâche de reconnaissance des informations verbales et non-verbales.

Résultats principaux. Quelle que soit la nature de la conseillère, les participants sont parfaitement capables de percevoir l'intimité virtuelle et confirment la validité de notre modèle théorique. Globalement, la perception d'intimité virtuelle est supérieure chez la conseillère virtuelle comparativement à la conseillère humaine. Cependant, cet effet n'est pas porté par la présence de comportements intimes chez l'ACA (comme nous le supposions) mais par l'absence de comportements intimes chez l'humain. Ainsi, en condition intime le niveau d'intimité des 2 conseillères est équivalent alors qu'en condition non-intime, la conseillère humaine est perçue comme significativement moins intime que la conseillère virtuelle. Ces résultats supposent donc que humains et ACAs peuvent induire un niveau d'intimité similaire. Aussi, la perception d'intimité évolue avec la longueur de l'interaction de manière similaire chez les 2 conseillères. Ces résultats peuvent être expliqués par des attentes en termes de compétences sociales différentes vis-à-vis des humains (importantes) et des ACAs (faibles). Nos résultats montrent aussi que l'attention des participants est meilleure lorsque la conseillère virtuelle est intime (vs. non intime) alors que chez la conseillère humaine, les performances attentionnelles sont meilleures dans la condition non-intime (vs. intime). Ces résultats peuvent être expliqués par la détection d'une incohérence socioémotionnelle entre le comportement social attendu et le comportement exprimé par la conseillère, conduisant à un focus attentionnel sur les comportements de la conseillère dans la condition inattendue. La perception de l'intimité chez un ACA ou un humain semble faire intervenir des processus communs qui sont modulés par des filtres d'interprétation, qui eux, diffèrent selon la nature du partenaire.

Chapitre 8

Une approche interactive et écologique de l'intimité virtuelle

Le premier enjeu de ce travail de thèse est d'explorer les mécanismes de la perception humaine au regard de l'intimité véhiculée par les comportements d'un ACA dans une situation d'interaction avec un interlocuteur humain. A travers l'approche perceptive que nous avons présenté dans le chapitre précédent, nous confirmons d'une part, la validité de notre modèle théorique et la capacité d'un observateur à percevoir de l'intimité dans les comportements verbaux et non-verbaux d'un ACA en situation d'interaction avec un humain. D'autre part, nous apportons un éclairage sur les mécanismes socioperceptifs et attentionnels impliqués dans la perception d'intimité chez les ACAs.

Le deuxième enjeu de ce travail de thèse est d'explorer l'importance de la dimension sociale des interactions humain-agent sur l'expérience vécue par les utilisateurs et sa contribution dans la relation-client. Dans la continuité de nos travaux et pour pallier les limites de nos deux premières études, nous proposons d'appréhender cette fois-ci la perception de l'intimité avec une approche interactive basée sur la perception d'utilisateurs réels en situation écologique d'interaction avec un ACA. D'une part, nous souhaitons confirmer sur le terrain la capacité de vrais utilisateurs à percevoir de l'intimité au cours d'une

interaction avec un ACA exprimant des comportements intimes multimodaux. D'autre part, nous souhaitons déterminer dans quelle mesure la perception d'intimité constitue un levier de l'expérience des utilisateurs en influençant notamment leurs émotions. Dans cette démarche, nous questionnons le rôle de la présence sociale et la place des émotions dans le construit de l'expérience utilisateur. A plus long-terme, nous interrogeons l'importance de l'intimité dans la construction de la relation-client et par conséquent, dans l'adoption des ACAs.

Pour répondre à ces questionnements de recherche, nous avons d'abord développé une conseillère virtuelle autonome capable d'exprimer des comportements verbaux et non-verbaux intimes, en temps réel et de manière synchronisée. Nous avons ensuite envisagé 2 études interactives pour explorer l'importance de la perception d'intimité virtuelle sur l'expérience utilisateur et son rôle à plus long terme dans la construction de la relation-client et l'adoption des ACAs :

L'étude 3 explore la perception d'intimité virtuelle dans une situation réelle d'interaction avec un ACA intime et son influence sur l'expérience utilisateur. Cette étude interroge le rôle de la présence sociale et la place des émotions dans l'expérience utilisateur.

L'étude 4 a pour objet d'explorer la perception d'intimité virtuelle à plus long terme, au cours d'interactions réelles répétées avec un ACA intime et d'étudier son impact sur l'expérience utilisateur et la construction de la relation.

L'étude 3 a donné lieu à 2 communications acceptées, un résumé étendu accepté dans la conférence internationale *IVA'2020* et une communication longue publiée dans la conférence nationale *WACAI'2020* :

[1] Potdevin, D., Sabouret, N., & Clavel, C. (2020). An intimate virtual counselor for a better user experience. In *Proceedings of the 20th International Conference on Intelligent Virtual Agents*.

[2] Potdevin, D., Sabouret, N., & Clavel, C. (2020) Une conseillère virtuelle intime pour une meilleure expérience des utilisateurs. In *WACAI 2020-Workshop Affect, Compagnons Artificiels et Interaction*.

En complément, un article a été soumis dans la revue *International Journal of Human-Computer Studies* et est en cours de révision.

[3] Potdevin, D., Clavel, C. & Sabouret, N. (2020). Intimacy-related behaviors in virtual counselors :A new perspective for a better user experience? Submitted in *International Journal of Human-Computer Studies*.

En revanche, l'étude 4 n'a encore donné lieu à aucune communication scientifique car celle-ci n'a pu être conduite pendant la durée de la thèse en raison de la situation sanitaire en lien avec l'épidémie de Covid-19. La problématique portée par cette étude, le cadre théorique dans lequel elle s'inscrit et sa construction sont néanmoins présentés dans la section 8.3 de ce chapitre.

8.1 Conception d'un agent virtuel autonome

Après avoir étudié la perception d'intimité virtuelle chez des observateurs externes observant une interaction avec notre agent virtuel intime, nous avons souhaité nous intéresser aux perceptions et aux comportements d'utilisateurs engagés dans une interaction réelle avec notre agent virtuel intime. Pour ce faire, nous avons besoin que notre agent virtuel soit capable d'exprimer en temps réel des comportements verbaux et non verbaux intimes et soit capable d'assurer une interaction professionnelle avec un humain. Cette section décrit d'un point de vue technique et pratique la conception d'une version interactive et autonome de notre conseillère touristique virtuelle, qui est capable d'assurer une interaction en temps réel avec de vrais touristes et d'adopter un comportement verbal et non verbal intime.

Bien que cette section ne constitue pas, à proprement parlé, une contribution de recherche scientifique, la conception d'un agent intime autonome représente un enjeu fondamental pour permettre l'élaboration des expérimentations de terrain envisagées pour répondre à notre problématique de recherche. Notre contribution technique porte alors sur deux aspects : (1) l'attribution d'une expertise métier permettant à la conseillère virtuelle de répondre avec pertinence aux demandes des utilisateurs dans un processus d'interaction et (2) la génération automatique et en temps réel de comportements non-verbaux qui soient cohérents et synchronisés avec le contenu verbal de l'agent.

En suivant le protocole de création de sphère de connaissances proposé par la société DAVI, nous avons récolté et implémenté dans le système de dialogue $\text{\textcircled{R}}$ RETORIK, les connaissances métier nécessaires à la conseillère virtuelle. Pour les besoins de ce travail de thèse et avec l'expertise et le soutien technique de l'équipe d'infographistes et de développeurs DAVI, nous avons également imaginé et développé un moteur d'animations autonome pour les agents virtuels et compatible avec le système de dialogue de l'entreprise.

8.1.1 Aptitudes conversationnelles

Les aptitudes conversationnelles de notre conseillère touristique virtuelle sont assurées par le système de dialogue $\text{\textcircled{R}}$ RETORIK développé par DAVI (Figure 8.1). Son fonctionnement s'appuie sur deux processus majeurs : (1) la compréhension du langage naturel et (2) la génération du langage naturel.

A) La compréhension du langage naturel

La compréhension du langage naturel (NLU) correspond à la compréhension par l'agent virtuel de la question posée par l'utilisateur en langage naturel, vocalement ou par le biais d'une chatbox.

Celle-ci fait appel à une base de connaissance ontologique. Il s'agit d'un modèle de représentations de données basé sur des relations sémantiques. La base de connaissances se compose de *concepts* qui sont liés au domaine d'expertise, en l'occurrence ici, le tourisme. Elle permet de répertorier et de mettre en relation tous les concepts qui composent le champs d'application que doit maîtriser l'agent virtuel pour comprendre l'ensemble des questions possibles des utilisateurs. L'association de plusieurs concepts permet de construire des *intentions* : à titre d'exemple, l'intention de « trouver un bon restaurant pour dîner » se compose des concepts « volonté », « restaurant » et « manger ». Chaque intention est répertoriée dans la base de connaissances par un identifiant unique. Toutefois, une même intention peut être exprimée de plusieurs manières différentes par l'utilisateur. Une autre formulation possible de l'intention prise en exemple précédemment pourrait être : « Je voudrais déjeuner dans un bistrot sympa ».

Pour chaque agent virtuel DAVI, deux bases de connaissances sont construites : une base de connaissance *métier* regroupant le vocabulaire lié au domaine d'expertise et une base de connaissance *hors-domaine et sociale* regroupant le vocabulaire lié aux aspects relationnels (*i.e.* normes sociales, in-

formations personnelles et privées). En effet, les utilisateurs démontrent une forte tendance, dans les premiers instants de l'interaction, à vouloir tester les limites techniques du système et la crédibilité sociale de l'agent conversationnel, notamment en posant des questions d'ordre personnel ou privé, pouvant dans les pires cas s'apparenter à du harcèlement sexuel comme le rapporte West *et al.* (2019). Les historiques de conversations montrent que les agents virtuels DAVI n'échappent pas à cette règle. Pour répondre à cette particularité des interactions humain-agent, une base de connaissances « hors-domaine et sociale » a été construite en complément de la base de connaissances « tourisme » pour permettre au système de comprendre des questions incluant des marqueurs sociaux (*e.g.* formules de politesse, insultes), des questions personnelles telles que « Qui ta créée ? Ou es-tu née ? » ou encore des questions hors-domaine d'expertise telles que « Qui a gagné le dernier combat de boxe anglaise ? ».

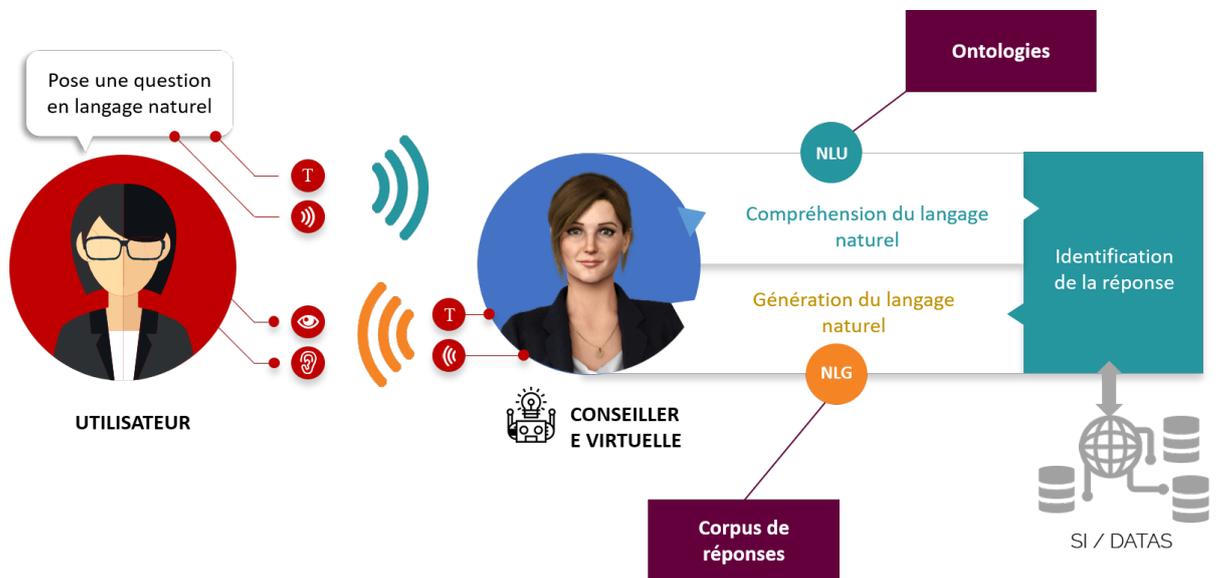


FIGURE 8.1 – Fonctionnement général du système de dialogue [®]RETORIK assurant à l'agent virtuel une gestion de la conversation sous forme de questions/réponses en langage naturel.

Ainsi, lorsqu'un utilisateur pose une question en langage naturel, le système de dialogue confronte les différents concepts compris dans l'énoncé aux bases de connaissances, évalue le poids des relations qui lient les concepts et calcule la probabilité de correspondre à une intention. L'intention qui obtient la plus grande probabilité de correspondance est retenue par le système comme étant l'intention exprimée par l'utilisateur : l'agent virtuel a compris la question posée par l'utilisateur. La réponse associée à l'intention dans le système de dialogue est ensuite identifiée.

B) La génération du langage naturel (NLG)

La génération du langage naturel correspond à la génération en langage naturel de la réponse à la question posée par l'utilisateur. La génération en langage naturel peut se faire à l'oral ou à l'écrit. Cette étape nécessite au préalable que le système de dialogue identifie la réponse correspondant à l'intention comprise dans la question de l'utilisateur.

L'identification de la réponse par le système de dialogue, puis sa génération par l'agent virtuel nécessitent un corpus de réponses. Le corpus de réponses est un fichier XML qui répertorie l'ensemble des réponses que pourra fournir l'agent et leur identifiant unique. Cet identifiant unique est en correspondance avec celui de l'intention correspondante et permettra au système d'identifier la réponse correspondant à l'intention comprise dans la question de l'utilisateur. Chaque réponse de l'agent virtuel est rédigée en langage naturel et plusieurs formulations différentes peuvent être rédigées pour une même réponse. Lors de la génération de la réponse de l'agent, une formulation sera choisie aléatoirement par le système. De même que pour la base de connaissances, il existe un corpus de réponses *métier* et un corpus de réponses *hors-domaine et social*.

Ainsi, lorsque une intention est détectée dans la question de l'utilisateur, le système identifie, à l'aide de l'identifiant unique, la réponse associée à cette intention dans le corpus de réponses. Une fois la réponse identifiée, le système

sélectionne aléatoirement l'une des formulations de réponse renseignées dans le fichier XML. Cette formulation est générée vocalement ou textuellement par l'agent virtuel.

C) Conception en pratique de la sphère de connaissances

Les étapes de compréhension et de génération du langage naturel, regroupées sous le terme de traitement du langage naturel (NLP) nécessitent la conception d'une sphère de connaissances. Cette sphère de connaissances correspond à l'ensemble des connaissances devant être maîtrisées par l'agent virtuel pour comprendre et répondre aux requêtes des utilisateurs. Dans le cadre de ce travail de thèse, cette sphère de connaissance portait sur le tourisme relatif à la ville de Nevers et ses environs.

Pour la conception de cette sphère de connaissances, nous avons suivi la méthodologie interne à DAVI présentée en Annexe B.1. L'ensemble du processus a fait intervenir différents acteurs à plusieurs niveaux : des experts du tourisme (*i.e.* personnels de l'office du tourisme), des ontologues (*i.e.* concepteurs d'ontologies) et des développeurs.

Définition du périmètre de connaissances. Cette première étape consiste en un workshop avec des professionnels qualifiés de l'office du tourisme de Nevers. Il s'agit de répertorier toutes les questions fréquemment posées par les touristes en visite à l'office du tourisme et plus particulièrement, d'identifier les questions auxquelles doit être capable de répondre la conseillère virtuelle. En d'autres termes, le but est d'identifier l'ensemble des intentions que doit comprendre l'agent virtuel. Au total, plus de 400 intentions différentes, portant sur des thématiques variées (*e.g.* gastronomie, transports, hébergement, activités, lieux culturels, vie pratique etc...) ont été retenues pour la construction de l'ontologie « tourisme » de notre conseillère touristique virtuelle.

Construction de l'ontologie. En collaboration avec un ontologue DAVI, l'ensemble des concepts et relations composant les intentions identifiées dans l'étape précédente ont été créées pour constituer la base de connaissances ontologique. Au total, nous avons construit 2 ontologies, l'une relative au tourisme et l'autre relative au hors-domaine et au social. Les ontologies ont ensuite été validées par l'ontologue avant de passer à l'étape de rédaction des corpus.

Rédaction du corpus de réponse. 2 corpus de réponses ont été construits. Les réponses du corpus « tourisme » ont été rédigées en nous appuyant d'une part, sur les informations pratiques fournies par l'office de tourisme et d'autre part, sur l'expertise métier du personnel de l'office du tourisme. Dans cette démarche, nous avons proposé à deux membres du personnel de l'office, un entretien semi-dirigé dont la structure est rapportée dans la Figure 8.2. Au delà de la connaissance métier, cet entretien a pour objectif de renseigner sur la représentation et les pratiques professionnelles du métier et de nous éclairer sur la relation client avec les touristes. Les informations extraites de ces entretiens ont guidé la rédaction des corpus de réponses pour retranscrire les pratiques de professionnels humains dans le comportement de notre conseillère virtuelle.

En parallèle, les réponses du corpus « hors-domaine et social » ont été rédigées en nous appuyant sur un *persona* construit pour représenter l'identité de notre conseillère virtuelle. Comme nous l'avons abordé dans le chapitre 6.1, nous avons construit une fiche d'identité pour notre conseillère virtuelle afin de lui attribuer un ensemble d'informations personnelles (*e.g.* date de création (naissance), expertise, contact), de normes et préférences (*e.g.* politesse, réactions aux insultes) et d'opinions (*e.g.* quoi penser des relations amoureuses).

Il est à noter que dans l'étude qui suit (Section 8.2), les corpus de réponses sont rédigés en 2 exemplaires correspondants aux deux conditions expérimentales (intime, non intime) présentées dans l'expérimentation.

Toutefois, la présente section a uniquement pour but d'expliquer le fonc-

tionnement technique de l'agent virtuel autonome dans sa globalité. Les comportements verbaux et non verbaux choisis pour que la conseillère virtuelle véhicule ou non de l'intimité sont décrits en détails dans l'étude 3.

Structure d'entretien semi-dirigé sur le conseil en séjour touristique



FIGURE 8.2 – Structure d'entretien semi-dirigé pour la représentation du métier et des pratiques professionnelles.

Tests et correctifs Un ensemble de tests portant sur la compréhension des questions des futurs utilisateurs et la génération des réponses de l'agent virtuel ont été envisagés par l'équipe de recherche et l'équipe DAVI. Les corrections sont notamment apportées pour enrichir les ontologies (*e.g.* ajouts de concepts et de relations, ajout de formulation d'intention) et améliorer la compréhension globale de la conseillère virtuelle.

8.1.2 Animation

L'animation de notre conseillère touristique virtuelle nécessite également le développement d'un moteur d'animations spécifique lui permettant d'expri-

mer des comportements multimodaux non-verbaux de manière cohérente et synchronisée avec le contenu des réponses verbales. Ce moteur d'animations a été pensé selon une procédure de correspondance sémantique. Le modèle BEAT proposé par Cassell *et al.* (2004) est un autre exemple de générateur automatique de comportements basé sur la linguistique.

A) Description générale

Le moteur d'animations permet d'afficher et d'animer en 3D temps réel un personnage virtuel sur une page web (WebGL) avec Unity.

Les comportements non-verbaux de l'agent virtuel sont générés automatiquement grâce à un dictionnaire de conversion XML, qui permet de traduire des concepts contenus dans les réponses verbales de l'agent en animations, selon plusieurs paramètres (*i.e.* gestuelles, expressions faciales, orientation du regard, posture de la tête, mouvements de la tête). Le moteur d'animations met ainsi en correspondance les réponses verbales de l'agent générées par le dialogue système, avec le dictionnaire de conversion XML contenant la description en animations des concepts. Lorsque le moteur détecte un concept dans une réponse, les animations décrites pour ce concept dans le dictionnaire de conversion sont jouées automatiquement et de manière synchrone. Le dictionnaire de conversion est également prévu pour déclencher un ensemble d'animations en l'absence de concept dans la réponse de l'agent ou lorsque l'agent est en situation d'attente et d'écoute.

B) Concepts déclencheurs d'animations

Le dictionnaire de conversion est un document XML externalisé qui permet de traduire des concepts sémantiques en animations multimodales. Chaque concept comporte un attribut, son nom et 6 sous-éléments (paramètres) correspondant à la liste des mots clefs, des expressions faciales, des gestuelles, des positions et des mouvements de tête, ainsi que des mouvements des yeux qui

le décrivent dans le dictionnaire de conversion (Figure 8.3).

Mot clef. Chaque concept est décrit par une liste de mots clefs. Lorsque un mot clef est détecté par le moteur d'animations dans la réponse de l'agent virtuel, le concept correspondant est déclenché. Pour qu'un concept soit valide, il doit comporter au moins 1 mot clef.

Expression faciale. Chaque concept est décrit par une liste d'expressions faciales (Figure 8.4). Chacune des expressions comporte plusieurs attributs obligatoires, le nom, la fréquence (%) et la force de l'expression (% d'expression), ainsi que des attributs facultatifs, correspondant à la durée, la durée maximale et la vitesse de transition de l'expression. Une quinzaine d'expressions faciales différentes compose la librairie d'animation DAVI. Ces expressions faciales ont été conçues par les infographistes DAVI sur la base de la description des émotions proposée dans Ekman et Friesen (2003) La librairie d'expressions comprend notamment une expression faciale non émotionnelle (neutre), des sourires d'intensité et de forme variables (*e.g.* bouche ouverte ou fermée), des haussements et des froncements de sourcils, des expressions de confusion/gêne et de surprise. Pour qu'un concept soit valide, il doit comporter au moins 1 expression faciale.

Gestuelle. Chaque concept peut être décrit par une liste de gestuelles, ayant pour seul attribut obligatoire la fréquence (%). Plus de 80 gestuelles différentes composent la librairie d'animations DAVI. Ces gestuelles corps-entier conçues à partir de capture du mouvement humain (MoCap) impliquent principalement des mouvements du tronc et des membres supérieurs. Contrairement aux autres paramètres dont la durée est renseignée, les gestuelles possèdent une durée qui leur est propre et qui ne peut être modulée.

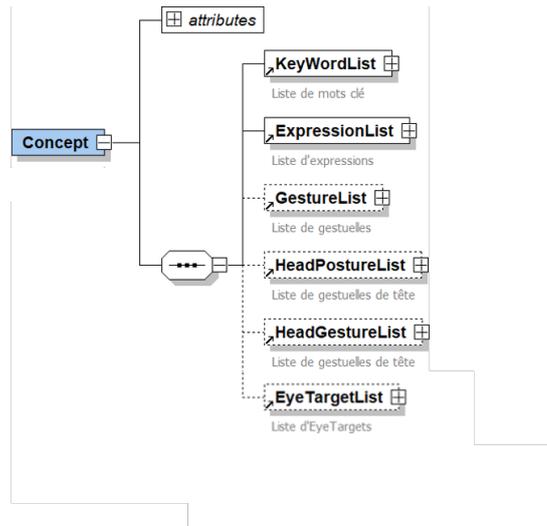


FIGURE 8.3 – Description de la structure d'un concept dans le dictionnaire de conversion XML

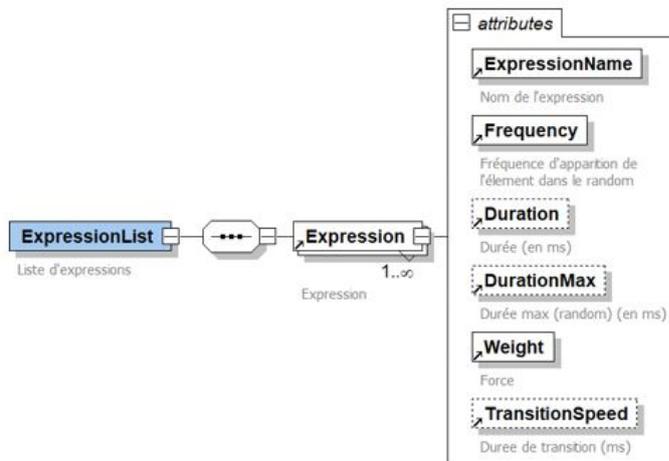


FIGURE 8.4 – Description de la structure du paramètre Expression faciale.

Posture de tête. Chaque concept peut être décrit par une liste de postures de tête dans les 3 plans de rotations de la tête, à savoir dans le plan sagittal (*i.e* nod), frontal (*i.e* tilt) et transversal (*i.e* shake), (Figure 8.5). Ce paramètre permet de générer une inclinaison unique de la tête dans un ou plusieurs plans de rotation de la tête, avant de revenir à une position par défaut. Chaque posture de tête est définie selon des attributs obligatoires de fréquence (%) et d'inclinaison (%) dans les plans sagittal (avec 0% en position par défaut et -100% pour une inclinaison vers le bas, à 100% pour une inclinaison vers le haut), frontal (avec 0% en position par défaut et -100% pour une inclinaison vers la gauche, à 100% pour une inclinaison vers la droite) et transversal (avec 0% en position par défaut et -100% pour une inclinaison vers la gauche, à 100% pour une inclinaison vers la droite). Ce paramètre comporte également des attributs facultatifs correspondant au nom de la posture, à sa vitesse de transition, sa durée et sa durée maximale.

Mouvement de tête. Chaque concept peut être décrit par une liste de mouvements de tête dans le plan sagittal (*i.e* nod) ou transversal (*i.e* shake), (Figure 8.6). Contrairement au paramètre de posture de tête qui correspond à une inclinaison de la tête avant de revenir à une position par défaut, le paramètre mouvement de tête permet de générer une oscillation continue dans un des plans de rotation de la tête avec une période d'oscillation fixe plus ou moins importante. Chaque mouvement de tête est caractérisé par des attributs obligatoires de nom et de fréquence (%) et des attributs facultatifs de force (%), de durée et de durée maximale. La librairie DAVI propose ainsi 6 mouvements de tête, respectivement dans le plan sagittal ou dans le plan transversal et dont la fréquence d'oscillation est rapide, normale ou lente.

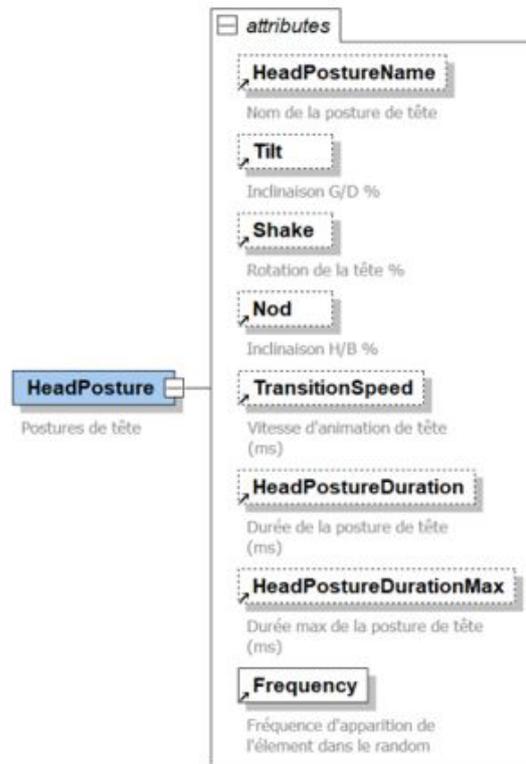


FIGURE 8.5 – Description de la structure du paramètre Posture de tête.

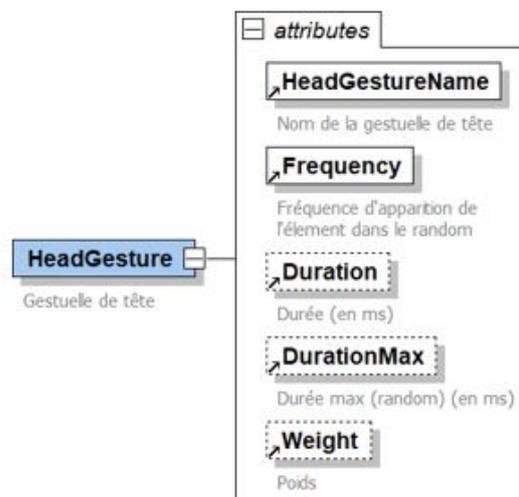


FIGURE 8.6 – Description de la structure du paramètre Mouvement de tête.

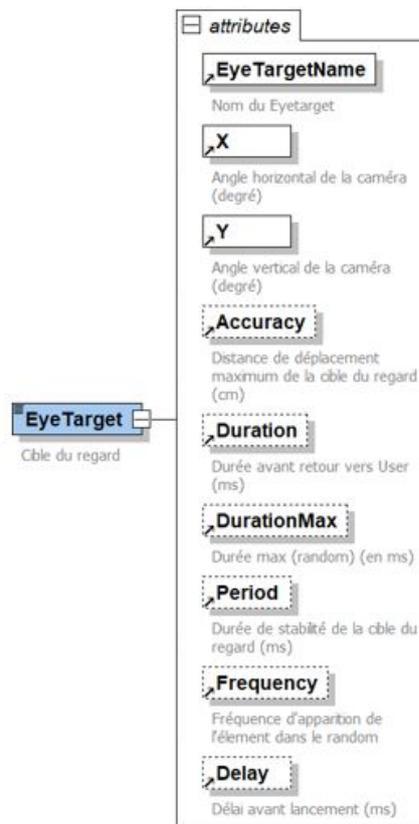


FIGURE 8.7 – Description de la structure du paramètre Orientation du regard.

Orientation du regard. Chaque concept peut être décrit par une liste d'orientation du regard vers une cible (Figure 8.7). Chacune de ces orientations du regard est définie par des paramètres obligatoires de nom et de valeur d'angle dans les plans X et Y d'un repère orthonormé. L'orientation du regard peut également être définie par une cible flottante centrée sur la cible principale, qui se déplace aléatoirement selon des attributs facultatifs de précision (distance maximale en centimètre de déplacement autour de la cible), de période, de durée, de durée maximale et de délais. En introduisant de la variabilité, les attributs facultatifs du paramètre d'orientation du regard rendent les mouvements oculaires moins stéréotypés.

C) Règles d'expression des animations

Pour être valide, chaque concept du dictionnaire de conversion doit impérativement comporter un paramètre de mot clef et un paramètre d'expression faciale, alors que les autres paramètres sont facultatifs. Lorsqu'un concept est activé par la présence d'un mot clef dans la réponse verbale de l'agent virtuel, une animation par paramètre est déclenchée. Ainsi, si tous les paramètres d'un concept sont renseignés, une expression faciale, une gestuelle, une posture et un mouvement de tête, ainsi qu'une orientation du regard pourront être déclenchés de manière synchronisée pour animer l'agent virtuel.

Au sein d'un même concept et entre les concepts, le déclenchement des animations répond à deux règles de priorité.

Règles de fréquence Dans chacun des paramètres, les animations sont sélectionnées dans la liste renseignée par tirage aléatoire et selon une règle de fréquence. Pour chaque animation de la liste du paramètre, un attribut de fréquence (%) peut être renseigné et correspond à la fréquence avec laquelle l'animation est tirée au sort par le moteur d'animation. Si aucune fréquence n'est renseignée ou que la somme des fréquences n'est pas égale à 100%, alors le tirage est strictement aléatoire.

A titre d'exemple, pour un concept donné, le paramètre gestuelle peut comporter une liste de 3 animations différentes possédant respectivement une fréquence de 40%, 30% et 30%.

Règles de poids. Des règles de poids ont été imaginées pour la gestion des chevauchements de concepts. En effet, plusieurs concepts peuvent être déclenchés successivement et certaines animations pourraient alors se chevaucher. Pour répondre à cette problématique, un attribut de poids est associé à chaque paramètre (excepté le paramètre d'expression faciale). Ainsi, lorsque 2 concepts sont déclenchés dans une fenêtre temporelle courte et qu'une ou plusieurs des animations le composant sont susceptibles de se chevaucher, le poids attribué à chaque paramètre permet de déterminer laquelle des 2 animations sélectionnées prévaut. Ainsi, une animation sera interrompue et remplacée par l'animation suivante si et seulement si son poids est inférieur à celui de l'animation suivante.

A titre d'exemple, si les concepts A et B sont déclenchés à 2 secondes d'intervalle et que la gestuelle sélectionnée pour le concept A est d'une durée supérieure à 2 secondes, alors celle-ci sera interrompue et remplacée par la gestuelle sélectionnée pour le concept B si le poids du paramètre gestuelle dans le concept A est strictement inférieur au poids du paramètre gestuelle dans le concept B. Dans les autres cas, la gestuelle associée au concept A se poursuivra et la gestuelle associée au concept B ne sera pas déclenchée. Il est à noter que lors de l'interruption d'une animation avant sa durée prévue, la transition vers l'animation suivante nécessite une transition avec retour à la position par défaut.

Dans le cas du paramètre d'expressions faciales, aucun poids n'est attribué aux animations. Les expressions faciales se chevauchent avec transition par « morphing ».

D) Modules d'animation par défaut

Le moteur d'animations a été développé pour pouvoir animer l'agent virtuel même lorsqu'aucun concept déclencheur n'est détecté dans la réponse. L'animation par défaut de l'agent fait alors appel à plusieurs modules complémentaires :

D'une part, des mouvements « par défaut » (*i.e.* idle selon Egges *et al.* (2004)) sont générés automatiquement quelle que soit la situation. Ces mouvements par défaut correspondent à de légères variations de la position du corps, des mouvements de respiration et de clignement des yeux, ainsi que de légères variations du regard. Ces mouvements sont implémentés par défaut et ne peuvent être modulés. En complément, des mouvements labiaux automatiquement synchronisés au discours de l'agent sont présents lorsqu'une réponse verbale est générée à l'oral par l'agent.

D'autre part, le dictionnaire de conversion XML comporte 2 modules d'animation supplémentaires permettant d'animer l'agent virtuel lorsqu'aucun concept n'est détecté et dans les situations d'attente lorsque l'agent ne produit pas de réponse verbale.

Module par défaut. Le module par défaut permet d'animer l'agent virtuel par défaut lorsqu'aucun concept n'est détecté : il est déclenché au début de chaque réponse de l'agent et après chaque animation si celle-ci n'est pas suivie d'une nouvelle animation dans les 3 secondes qui suivent. Contrairement aux mouvements idle mentionnés précédemment qui ne peuvent être contrôlés, l'animation par défaut est renseignée dans le dictionnaire de conversion XML et se compose des mêmes paramètres que les concepts, à l'exception du paramètre de mot clef qui n'est pas considéré. Le module par défaut comporte également 2 attributs obligatoires correspondant à la durée minimale et la durée maximale à partir desquelles le moteur d'animations procède à un nouveau tirage au sort des animations par défaut si aucun concept n'est détecté. Cette fonctionnalité a pour but de réduire l'aspect cyclique de l'animation par défaut.

Module d'attente. Le module d'attente permet d'animer l'agent virtuel lorsque celui-ci ne génère pas de réponse verbale, notamment lorsqu'il est en attente ou que l'utilisateur pose une question. Ce module comporte les mêmes paramètres et les mêmes attributs que le module par défaut. Toutefois, celui-ci est automatiquement déclenché à la fin de chaque réponse de l'agent virtuel. Après chaque animation, le moteur d'animations procède à un nouveau tirage d'animations selon les attributs de durée minimale et maximale renseignées. Ce processus est répété tant que la situation de l'agent persiste. Naturellement, les animations respectivement renseignées pour chaque paramètre dans ces deux modules répondent aux mêmes règles que décrites précédemment.

8.1.3 Conclusion

En nous appuyant sur la technologie et l'expertise DAVI, nous avons développé une conseillère touristique virtuelle capable d'interagir en temps réel avec un utilisateur. L'agent virtuel dispose d'une expertise métier relative au tourisme à Nevers et dispose de comportements verbaux et non-verbaux multimodaux qui sont cohérents et synchronisés entre-eux grâce à un moteur d'animations autonome. Alors que la cette section a vocation à décrire globalement le fonctionnement des briques technologiques qui constituent notre agent virtuel, les deux prochaines sections de ce chapitre sont dédiées à la mise en application de notre agent virtuel interactif et autonome sur le terrain. Nous présentons ainsi 2 études impliquant des interactions réelles entre notre agent virtuel autonome et de vrais utilisateurs. L'ensemble des comportements verbaux et non-verbaux exprimés par l'agent virtuel et spécifiquement sélectionnés selon la condition expérimentale seront détaillés dans les études.

8.2 ÉTUDE 3. Utilisateurs : Quelle expérience d'interaction avec un agent intime ?

Les ACAs grand public sont déployés sur le marché pour permettre aux entreprises d'offrir aux utilisateurs un ensemble de services en ligne et une continuité de la relation-client. Ces ACAs professionnels disposent de compétences métiers leurs permettant d'assurer la fonction pour laquelle ils ont été déployés : ils apportent généralement des informations et un soutien aux utilisateurs dans des champs d'application variés, *i.e.* la banque, l'assurance, l'éducation, le tourisme, le commerce ou encore la santé. Malgré leurs compétences métier, les ACAs souffrent encore d'un manque d'adoption de la part des utilisateurs, dont les attentes vont bien au delà de l'expérience en réalité vécue (Luger et Sellen, 2016). Selon une étude de marché menée par Orange-Lab, plus de 60% des agents virtuels déployés sur les sites marchands en 2007 ont été retirés des sites deux ans plus tard, en 2009, parce qu'ils ne répondent pas aux attentes des utilisateurs (Mimoun *et al.*, 2012).

Le processus d'adoption des systèmes représente un pan entier de la littérature en ergonomie et psychoergonomie, qui n'est que très peu investi par la communauté des agents virtuels. Pourtant, les théories de l'expérience utilisateur (UX) (Norman, 2004; Hassenzahl, 2003; Mahlke et Thüring, 2007) pourraient apporter un éclairage complémentaire sur les mécanismes qui soutiennent l'adoption d'une technologie et offrir de nouvelles perspectives de recherche et de développement pour une meilleure expérience d'interaction avec les agents virtuels. Parmi les modèles d'UX, le modèle CUE (Mahlke et Thüring, 2007) se distingue dans la littérature et a retenu notre attention car il propose de considérer les émotions des utilisateurs comme une composante à part entière de l'expérience utilisateur. Le modèle CUE suscite un intérêt particulier pour notre problématique de recherche car il offre une place centrale aux émotions et il semble que la relation-client avec un agent virtuel implique juste-

ment une dimension socioémotionnelle. D'ailleurs, l'une des raisons proposées dans la littérature pour expliquer les difficultés d'adoption que rencontrent les ACAs se trouve être le manque de considération des compétences socioémotionnelles des ACAs : les compétences métier sur lesquelles se sont concentrés les concepteurs ne sont pas suffisantes pour satisfaire la relation-client digitale et les ACAs doivent disposer de compétence socioémotionnelles pour répondre aux attentes et aux besoins sociaux des utilisateurs (Verhagen *et al.*, 2014).

D'une part, l'expression de comportements sociaux chez un ACA apparaît dans la littérature comme un levier déterminant pour générer un sentiment de présence sociale (Oh *et al.*, 2018) et d'autre part, la présence sociale se distingue comme un déterminant de la satisfaction de la relation-client digitale (Verhagen *et al.*, 2014). Considérée comme « le sentiment d'être en présence d'un autre » (Short *et al.*, 1976), la présence sociale intervient dans les interactions humain-agent et contribue à ce que les agents virtuels soient reconnus comme de véritables acteurs sociaux (Von Der Pütten *et al.*, 2009). Appuyé par la théorie de la réponse sociale – *i.e.* la capacité des êtres humains à percevoir, interpréter ou attribuer des états mentaux, des affects ou des intentions à un interlocuteur et à se comporter de manière sociale en réponse (Moon, 2000; Reeves et Nass, 1996) – le sentiment de présence sociale conduit notamment les individus à engager des interactions sociales avec les ACAs (Bailenson *et al.*, 2003, 2004). A nos yeux, la présence sociale représente alors un témoin de la dimension sociale des interactions humain-agent et un levier puissant pour la satisfaction de la relation-client digitale. De nombreux travaux se sont intéressés aux déterminants de la présence sociale (Biocca *et al.*, 2003; Gunawardena et Zittle, 1997) : le concept d'intimité y apparaît comme une sous-dimension constitutive (Short *et al.*, 1976) et un pré-requis à l'émergence de celle-ci (Gunawardena et Zittle, 1997).

8.2. ÉTUDE 3. UTILISATEURS : QUELLE EXPÉRIENCE D'INTERACTION AVEC UN AGENT INTIME ?

L'objectif principal de cette étude est donc d'étudier la dimension socioémotionnelle de l'interaction humain-agent et plus particulièrement sa contribution à une meilleure expérience utilisateur. Dans la continuité de nos précédents travaux, nous postulons que l'intimité, de par son importance dans les interactions humaines et son étroite relation avec le concept de présence sociale, constitue une compétence sociale appropriée pour renforcer la dimension socioémotionnelle des ACAs. Certains comportements vecteurs d'intimité, *i.e.* self-disclosure, ont notamment été associés à une meilleure satisfaction des utilisateurs vis-à-vis de l'interaction avec un ACA social (Lee et Choi, 2017). Ainsi, cette étude vise d'une part, à confirmer la capacité des utilisateurs à percevoir de l'intimité dans les comportements de l'ACA en situation écologique d'interaction. En nous appuyant sur le cadre théorique du modèle CUE, cette étude a d'autre part pour but d'explorer comment la perception d'intimité virtuelle dans l'interaction impacte l'expérience des utilisateurs, notamment par le biais des émotions. Nous interrogeons le rôle de la présence sociale dans le processus.

Le second objectif de cette étude est de questionner la validité du modèle CUE lorsque l'interaction humain-machine est une interaction humain-ACA social et d'interroger la place des émotions dans ce modèle. Les théories de la présence sociale (Short *et al.*, 1976) et de la réponse sociale (Moon, 2000; Reeves et Nass, 1996) en IHM prédisent que les individus font preuve de réactions émotionnelles à l'égard des ACAs exprimant des comportements sociaux et par conséquent, s'engagent dans des interactions socioémotionnelles avec eux. Or, le modèle CUE prévoit que l'interaction humain-machine n'influence les émotions des utilisateurs que de manière indirecte par le biais des perceptions des qualités instrumentales et non instrumentales du système, comme le montre la Figure 8.8. Nous proposons ainsi d'explorer la relation entre une caractéristique de l'interaction *i.e.* son niveau d'intimité virtuelle et les réactions émotionnelles des utilisateurs dans le cadre du modèle CUE.

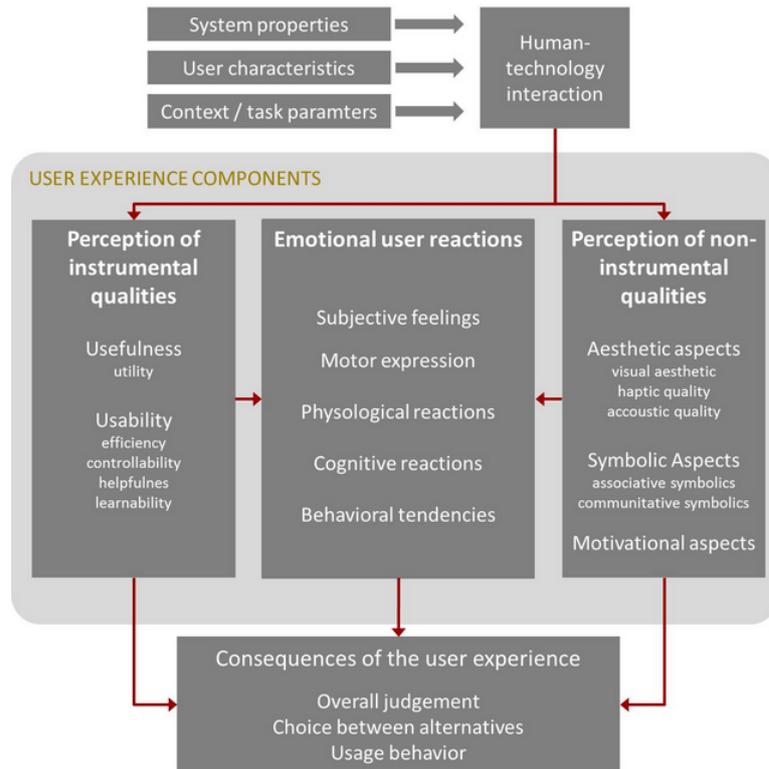


FIGURE 8.8 – Cadre théorique du modèle des Composantes de l'Expérience Utilisateur (CUE) d'après Mahlke (2007)

En conclusion, cette étude a pour objectif d'appréhender la problématique d'adoption des ACAs en s'appuyant de concert sur les théories de l'expérience utilisateur issues de l'ergonomie des IHM et sur les théories sociales issues de la communauté des agents virtuels. Nous questionnons d'une part, l'impact des comportements intimes de notre ACA sur la perception d'intimité virtuelle en situation réelle d'interaction avec un utilisateur et d'autre part, l'influence de l'intimité virtuelle perçue sur l'expérience utilisateur, selon le modèle CUE. En parallèle, nous discutons de la transférabilité du modèle CUE aux interactions humain-ACA et nous interrogeons la place accordée aux émotions dans ce modèle.

8.2.1 Problématique

Alors que les ACAs offrent aux utilisateurs une multitude de services en ligne et assurent une continuité de la relation-client pour les entreprises, ces derniers souffrent pourtant d'un défaut d'adoption de la part des utilisateurs (Mimoun *et al.*, 2012). La problématique majeure de ces systèmes est qu'au delà de leurs compétences métier, ils ne disposent pas (ou peu) de compétence sociales pourtant indispensables pour satisfaire la relation-client (Verhagen *et al.*, 2014). Nous proposons dans cette étude d'appréhender la problématique d'adoption des ACAs à la fois en nous appuyant sur les théories sociales issues de la communauté des agents virtuel et en nous inscrivant dans le cadre des théories de l'UX issues de l'ergonomie des IHM.

Notre questionnement de recherche dans cette étude est double : d'une part nous souhaitons confirmer la perception d'intimité virtuelle en situation réelle et écologique d'interaction avec notre ACA exprimant des comportements intimes et étudier son influence sur l'expérience utilisateur. D'autre part, nous questionnons l'adaptation du modèle CUE de l'expérience utilisateur dans les interactions humain-ACA et nous interrogeons la place des émotions dans ce modèle.

A travers cette étude interactive, nous soumettons une vision centrée sur les perceptions et ressentis de l'utilisateur et apportons une réflexion concernant le cadre conceptuel du modèle CUE de l'expérience utilisateur en appréhendant la dimension émotionnelle de l'expérience, à la lumière des théories sociales en IHM.



FIGURE 8.9 – La borne interactive déployant la conseillère touristique virtuelle.

8.2.2 Matériel et méthode

Dans cette étude 3, nous explorons l'influence de l'intimité exprimée par notre conseillère touristique virtuelle sur les perceptions et les comportements sociaux des utilisateurs. L'originalité de ce travail porte sur l'investigation de l'intimité en conditions réelles d'interaction auprès de vrais touristes venus chercher des informations touristiques. Plus particulièrement, nous avons interrogé la perception de l'intimité virtuelle, la présence sociale ainsi que l'expérience utilisateur et nous avons étudié les comportements sociaux des touristes qui ont échangé avec notre agent au sein de l'office du tourisme de Nevers. La conseillère touristique virtuelle décrite dans la section précédente a été déployée sur une borne interactive mise à disposition des visiteurs de l'office du touriste (Figure 8.9).

A) Participants

Au total, 68 personnes (dont 29 femmes) ont accepté de participer à notre étude et d'interagir naturellement avec la conseillère touristique virtuelle Léa. Tous les participants sont âgés de 18 à 76 ans ($M = 41$, $SD = 15.11$) et sont tous de langue maternelle française. Tous les participants répondent également aux mêmes critères d'inclusion que dans les deux précédentes études.

Pour des raisons techniques et méthodologiques (e.g. interruption du système au cours de l'interaction, complétion partielle du questionnaire d'évalua-

tion, interruption volontaire de la participation), seules 60 participations sont finalement retenues pour l'analyse des données.

B) Design et conditions expérimentales

Pour cette étude, nous ne manipulons qu'une variable indépendante inter-sujets, l'*Expression d'intimité* (intime, non intime) de la conseillère touristique virtuelle.

Dans la condition *intime*, l'agent possède une expertise touristique et fait preuve d'intimité à travers sa communication verbale et non-verbale (selon notre modèle d'intimité théorique présenté dans le chapitre 6.1).

Dans la condition *non intime*, l'agent ne possède qu'une expertise touristique et sa communication verbale et non-verbale est uniquement dédiée à sa fonction métier.

Comportements verbaux. Quelle que soit la condition expérimentale, l'agent apporte une réponse « métier » aux requêtes des utilisateurs en lien avec le tourisme à Nevers et ses alentours. Les réponses verbales de la conseillère ont été préalablement rédigées et validées en concertation avec le personnel qualifié de l'office du tourisme de Nevers au cours du processus de construction de la sphère de connaissance de l'agent. Ces étapes de conception de l'agent sont rappelées dans la section 8.1.

Dans la condition *non intime*, la conseillère virtuelle répond aux utilisateurs en proposant des informations touristiques, de manière factuelle et concise. Ainsi, à la question : « J'aimerais rapporter des produits locaux. », l'agent non intime pourrait répondre : « La boutique de l'office du tourisme propose de nombreuses spécialités et produits locaux. Le marché de Fourchambault est aussi réputé pour ses produits. »

Dans la condition *intime*, la conseillère virtuelle exprime en plus des indices d'intimité. Ces comportements verbaux intimes sont associés à l'expression d'honnêteté, – *i.e.* exprimer une self-disclosure, une opinion personnelle, révéler ses faiblesses –, impliquent de la positivité – *i.e.* exprimer son enthousiasme, des ressentis positifs, faire preuve d'investissement, proposer des recommandations personnelles, utiliser un style d'écriture à la 1^{ère} personne – et permettent également d'attester de compréhension mutuelle – *e.i.* faire preuve de considération, être rassurant, compréhensif, témoigner de son soutien. Ainsi, à la question pris précédemment en exemple, l'agent intime pourrait répondre : « *J'adore*⁽¹⁾ la boutique de l'office du tourisme pour ses nombreuses spécialités et produits locaux. *Je vous recommande*⁽²⁾ également le marché de Fourchambault qui est aussi réputé pour ses produits. ». Dans cet exemple, la conseillère intime, en plus de fournir une réponse « métier », exprime (1) une « self-disclosure » et propose (2) une recommandation personnelle.

Pour chaque réponse de l'agent, un ou plusieurs indices d'intimité peuvent être employés et reflètent honnêteté et authenticité, ressentis positifs ou compréhension mutuelle. Toutefois, l'amplitude des thématiques abordées par l'agent, dont le spectre peut s'étendre d'indications sur l'emplacement des toilettes publiques, à la présentation des artistes ayant dessinés les vitraux de la Cathédrale, en passant par des recommandations sur les meilleures spécialités régionales, ne nous a pas permis d'introduire les indices d'intimité de manière équivalente dans chacune des réponses, tant en termes de quantité que de qualité. Ainsi, dans le but de conserver la cohérence et la crédibilité de la conseillère dans sa fonction professionnelle, le nombre d'indices ainsi que la dimension à laquelle ils sont rattachés peuvent varier d'une réponse à l'autre en fonction notamment de la thématique abordée.

Bien que nous avons respecté une distribution identique du nombre d'indices associés à chacune des trois dimensions de l'intimité virtuelle sur l'ensemble du corpus de réponses, les participants ont interagit librement avec

l'agent virtuel en posant les questions de leur choix et n'ont, par conséquent, pas tous confrontés au même nombre d'indices d'intimité. Aussi, dans le but de fluidifier l'interaction en limitant la redondance des réponses de l'agent et la sensation de rigidité qui l'accompagne, plusieurs actes locutoires similaires ont été utilisés pour évoquer une même dimension : la conseillère peut par exemple employer les termes « personnellement » et « sincèrement » pour évoquer de l'honnêteté et l'authenticité.

Comportements non verbaux. Quelle que soit la condition expérimentale, la conseillère virtuelle est animée par le moteur d'animation DAVI développé pour cette étude.

Dans la condition *non intime*, le contenu verbal de la conseillère ne compte aucun concept d'intimité déclencheur, ainsi, les comportements non verbaux de l'agent virtuel sont uniquement générés par le module d'animation basale. Pour rappel, le détails de ce module est disponible dans la section 8.1. Ce module d'animation basale confère à la conseillère virtuelle un ensemble de gestuelles communicatives (*e.g.* descriptives, explicatives), des regards orientés de manière semi-aléatoire et une expression faciale ne véhiculant à priori aucune émotion.

Parmi la bibliothèque d'animations DAVI¹, 9 gestuelles communicatives, incluant 6 gestuelles explicatives, 2 gestuelles de réajustement posturale, 1 gestuelle posturale² ont été choisies et attribuées à la condition « non intime ». Dans cette condition, l'orientation du regard de l'agent est semi-aléatoire : le point de fixation du regard de l'agent se déplacent aléatoirement à l'intérieur d'un spectre³ dont le centre correspond à la cible (l'utilisateur) et dont le diamètre est prédéfini. La période de fixation du regard de l'agent est également

1. issues de capture du mouvement humain
2. les mains sur les hanches
3. définie sur un axe X-Y représentant la variation (en degrés) entre le point de fixation et la cible, avec comme valeurs possibles : $X = [0-6]$, $Y = [0-6]$

aléatoire et varie d'une saccade à l'autre de 2000 à 4000 millisecondes. Globalement, nous estimons que 30 à 50% des regards de l'agent dans la condition non intime sont dirigés en direction de l'utilisateur. Dans cette condition, la conseillère ne dispose d'aucun mouvement de tête (autres que les comportements par défaut « idle »), ni d'expression faciale d'émotions.

Dans la condition *intime*, le contenu verbal de l'agent virtuel comporte un ou plusieurs concepts d'intimité déclenchant alors un comportement non verbale intime typique. Ces concepts déclencheurs (*e.g.* « soi ») induisent la génération d'un comportement complexe qui inclue au maximum la combinaison d'une gestuelle (*e.g.* gestuelle orientée vers soi), d'un mouvement de tête (*e.g.* inclinaison de tête de type « head tilt » ou « head nod »), d'un comportement de regard (*e.g.* orienté vers l'utilisateur) et d'une expression faciale (*e.g.* sourire). Nous avons répertorié en Annexe B.1, pour chaque paramètre, toutes les animations associées à chacun des concepts d'intimité déclencheurs. La Figure 8.10 illustre deux exemples de comportements de la conseillère virtuelle dans les condition intime et non intime.

Parmi la librairie d'animations DAVI à notre disposition, 24 gestuelles supplémentaires ont été employées pour exprimer de l'intimité dans la condition *intime*. Celles-ci incluent 6 gestuelles explicatives et 5 gestuelles avec mains ouvertes, se distinguant des gestuelles associées à la condition *non intime* par leur intensité et leur amplitude. Sont incluses également 2 gestuelles de suggestions, 2 gestuelles véhiculant une incertitude, 4 gestuelles associées à la gêne/confusion, 2 gestuelles exprimant le pardon et enfin 2 gestuelles orientées vers soi et une orientée explicitement vers l'interlocuteur.

Les comportements de regard de la conseillère dans cette condition sont majoritairement orientés en direction de la cible, c'est à dire l'utilisateur (bien que certains peuvent également être orientés vers le sol) et présentent une durée de fixation de 2000 millisecondes.

La conseillère virtuelle peut aussi exprimer des comportements d'inclinaison

8.2. ÉTUDE 3. UTILISATEURS : QUELLE EXPÉRIENCE D'INTERACTION AVEC UN AGENT INTIME ?

de tête de type « head nod » et « head tilt ». Afin d'éviter les comportements stéréotypés, l'expression d'un « head nod » peut être de durée (de 1000 à 3000 millisecondes), de fréquence (rapide, normal, lent) et d'amplitude variable (25% à 50%). L'expression d'un « head tilt » peut être dirigée vers la gauche ou vers la droite, est fixée à 50% d'intensité⁴ et dure 2000 millisecondes.

La conseillère virtuelle peut également exprimer des expressions faciales émotionnelles illustrées dans la Figure 8.11, incluant des sourires bouche-ouverte, bouche fermée ou avec un sourcil relevé (ironique), un relèvement ou un froncement des sourcils ainsi que des expressions faciales de gêne, de tristesse et d'interrogation, dont la durée est fixée à 3000 millisecondes.

En l'absence de concepts d'intimité déclencheurs dans la communication verbale de l'agent, celle-ci est animée automatiquement par le module d'animation basale selon les mêmes propriétés que décrites précédemment.



FIGURE 8.10 – Exemples de comportements non-verbaux exprimés par l'agent.

4. avec une variation (en degré) par rapport à l'axe des Y = 22

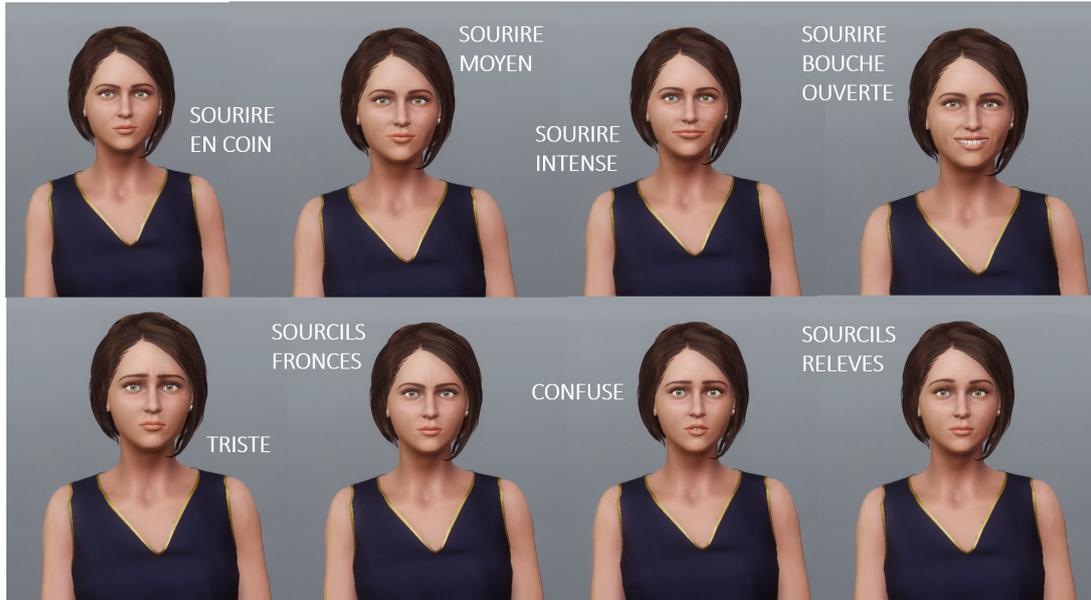


FIGURE 8.11 – Exemples d'expressions faciales exprimées par l'agent.

C) Procédure

Cette expérimentation écologique s'est déroulée au sein de l'office du tourisme de Nevers, pendant la période des vacances d'été et s'adresse aux touristes francophones en visite à Nevers et à la recherche d'informations touristiques. Tous les participants de cette étude de terrain sont approchés par l'expérimentatrice alors qu'ils viennent d'entrer spontanément dans l'office du tourisme et qu'ils s'orientent vers la banque d'accueil ou vers les présentoirs (exposant l'ensemble de la documentation touristique). L'expérimentatrice propose alors aux visiteurs de participer à l'expérience et leur précise qu'il s'agit d'interagir avec notre conseillère virtuelle pour obtenir les réponses touristiques qu'ils sont venus chercher à l'office. Après avoir mentionné l'objectif général de l'étude et son déroulement, les visiteurs qui acceptent de prendre part à l'étude sont orientés vers la borne interactive sur laquelle est déployée la conseillère touristique virtuelle.

8.2. ÉTUDE 3. UTILISATEURS : QUELLE EXPÉRIENCE D'INTERACTION AVEC UN AGENT INTIME ?

Dans un première étape, les participants remplissent et signent un consentement éclairé de participation. Par ailleurs, l'expérimentatrice initialise une nouvelle session expérimentale sur la borne interactive en renseignant un numéro de participant unique attribué de manière incrémentale. L'expérimentatrice explique à chaque participant le fonctionnement de la borne interactive en précisant notamment les modalités et le déroulement d'une interaction et en rappelant le périmètre d'expertise de la conseillère virtuelle.

Dans une seconde étape, l'expérimentatrice s'éloigne de la borne interactive afin que les participants interagissent librement avec la conseillère virtuelle, sans pression ni jugement social. Les participants peuvent alors interagir autant de temps qu'ils le souhaitent avec l'agent, en posant autant de questions qu'ils le souhaitent. Les recommandations techniques préalables de l'expérimentatrice suggèrent aux visiteurs d'interroger le système en langage naturel, en posant les questions pour lesquelles ils ont fait le déplacement jusqu'à l'office. Toutefois, les participants sont aussi informés qu'ils sont libres de poser les questions de leur choix, qu'elles concernent ou non le tourisme à Nevers. A tout moment, les participants peuvent solliciter de l'aide auprès de l'expérimentatrice en lui faisant signe. Une fois que les participants jugent avoir suffisamment échangé avec la conseillère virtuelle, ils peuvent manifester leur souhait d'interrompre l'interaction auprès de l'expérimentatrice, qui clôture alors la session expérimentale.

Dans une dernière étape, l'expérimentatrice propose aux participants de compléter un questionnaire perceptif en ligne d'une vingtaine de minutes, sur un ordinateur portable prévu à cet effet. Ce questionnaire, dont les détails sont disponibles dans la section D), interroge la perception et les ressentis des utilisateurs à la suite de leur interaction avec la conseillère virtuelle. Les participants sont seuls pour remplir le questionnaire. Une fois le questionnaire complété dans son intégralité, les touristes sont remerciés pour leur participation et un petit cadeau de l'office du tourisme (*e.g.* un dépliant photo du patrimoine de

Nevers) leur est offert. L'expérimentatrice précise également les objectifs de l'étude, répond aux éventuelles questions et encourage les visiteurs à s'adresser au personnel de l'office du tourisme s'ils ne sont pas pleinement satisfaits des informations fournies par la conseillère virtuelle.

D) Mesures

Deux types de mesures ont été recueillies auprès des participants : des mesures comportementales relatives aux comportements de l'utilisateur et à la performance de la conseillère virtuelle pendant l'interaction et des mesures subjectives portant sur la perception, les ressentis et les intentions de l'utilisateur.

Les mesures comportementales ont été recueillies à partir de l'historique de conversation entre l'utilisateur et la conseillère pour chaque session expérimentale. Dans cette étude, nous nous intéressons au nombre moyen de questions posées par les participants à l'agent virtuel, ainsi qu'au pourcentage de ces questions revêtant un caractère social (*e.g.* portant sur des informations personnelles de l'agent) ou comportant des marqueurs sociaux (*e.g.* salutation, remerciement, compliments). Nous nous intéressons également aux performances métier de la conseillère virtuelle, notamment en relevant le taux d'échec de compréhension : ce taux s'appuie sur le nombre de questions incomprises par l'agent (*i.e.* formulation du participant incomprise par l'agent, absence de réponse dans la base de connaissances de l'agent) et le nombre de questions ambiguës (*i.e.* ambiguïté de la question conduisant à une incapacité de l'agent à choisir entre plusieurs réponses possibles).

Les mesures subjectives ont été recueillies à partir du questionnaire en ligne rempli par les participants à la suite de leur échange avec la conseillère virtuelle. Ce questionnaire comporte trois sections portant sur la perception de l'intimité virtuelle et la présence sociale, ainsi que sur l'expérience utilisateur.

8.2. ÉTUDE 3. UTILISATEURS : QUELLE EXPÉRIENCE D'INTERACTION AVEC UN AGENT INTIME ?

Dans la continuité des deux études perceptives précédemment présentées, la perception de l'intimité virtuelle est évaluée dans cette étude en utilisant notre échelle de mesure VIS (dont les détails sont disponibles dans la section 6.2). Nous étudions le score moyen d'intimité virtuelle (basé sur les 15-items) ainsi que les scores moyens associés à chacun des trois facteurs F1 Honnêteté et authenticité, F2 Positivité et F3 Compréhension mutuelle. L'analyse des alpha de Cronbach (α) montre une fiabilité satisfaisante de l'échelle pour la combinaison des 15 items, avec $\alpha = 0.81$.

La présence sociale est mesurée à l'aide de l'échelle de mesure *Networked Minds* développée et validée par Harms et Biocca (2004). À notre connaissance cette échelle n'a pas été validée en français, nous avons alors procédé à sa traduction en langue française pour les besoins de l'étude. L'échelle *Networking Minds* comporte 36 items distribués entre 6 facteurs de « Coprésence », « Attention », « Compréhension du message », « Compréhension affective », « Interdépendance émotionnelle » et « Interdépendance comportementale ». Ainsi, nous étudions le score de présence sociale moyen, ainsi que les scores moyens associés à chacun des 6 facteurs de la présence sociale.

L'expérience utilisateur est mesurée par le biais d'une version française validée par Lallemand et Koenig (2017) du questionnaire MeCUE (Mahlke, 2008). L'échelle comprend 30 items répartis en 4 modules indépendants : le module 1 « Perceptions du produit » comporte les facteurs *utilité*, *utilisabilité*, *esthétique*, *statut* et *engagement*. Ce module regroupe donc les dimensions instrumentales (*i.e.* utilité, utilisabilité) et non instrumentales (*i.e.* esthétique, statut, engagement) du produit, telles que définies par le modèle CUE. Le module 2 « Émotions » comporte les facteurs *émotions positives* et *émotions négatives*. Le module 3 « Conséquences de l'usage » comporte les facteurs *intentions d'usage* et *loyauté au produit*. Pour finir, le module 4 « Évaluation globale » mesure le jugement global des participants. Nous étudions le score moyen d'expérience utilisateur (moyenne du module 1 et 2) ainsi que le score

associé à chaque module et le score associé à chacun des sous-facteurs respectifs.

En complément, nous avons également recueillies les informations démographiques des participants (*e.g.* genre, âge, profession).

E) Hypothèses

En préambule, nous nous intéressons aux données portant sur les caractéristiques de l'interaction.

H0a. En nous inspirant des relations observées dans nos précédentes études, nous faisons l'hypothèse que la perception d'intimité virtuelle est influencée positivement par la longueur de l'interaction.

H0b. Nous faisons également l'hypothèse que les participants confrontés à la conseillère intime ont tendance à engager de plus longues interactions que les participants interagissant avec la conseillère non intime.

H0c. Enfin, nous faisons l'hypothèse que le taux d'échec de compréhension au cours de l'interaction a un impact négatif sur les perceptions des utilisateurs, principalement en termes de qualités instrumentales du produit.

Aussi, nous nous intéressons à l'influence de notre variable indépendante, *i.e.* l'expression d'intimité virtuelle dans la communication de la conseillère, sur les perceptions subjectives des participants.

H1. Notre première hypothèse porte sur la perception d'intimité virtuelle. Dans la continuité des résultats précédemment obtenus, nous faisons l'hypothèse qu'en situation réelle d'interaction l'intimité virtuelle est mieux perçue chez l'agent intime comparativement à l'agent non intime.

H2. L'intimité est considérée comme une sous-dimension de la présence sociale dans la communication médiée par ordinateur (Gunawardena et Zittle,

1997). Par extension, nous pensons que ce postulat s'applique également dans les interactions humain-agent. Ainsi, nous faisons l'hypothèse que la perception de présence sociale est supérieure vis-à-vis de l'agent intime, comparativement à l'agent non intime.

H3. Nous pensons que la dimension sociale de l'interaction influence l'expérience utilisateur. Ainsi, nous faisons l'hypothèse que l'expérience utilisateur – et plus particulièrement les émotions des utilisateurs – est améliorée par l'agent virtuel intime, comparativement à l'agent virtuel non intime.

H4. En nous inspirant des travaux de Verhagen *et al.* (2014) et du postulat de Gunawardena et Zittle (1997), nous faisons également l'hypothèse que la perception d'intimité virtuelle est un prédicteur de la perception de présence sociale.

H5. Dans la continuité des travaux de Verhagen *et al.* (2014), nous faisons aussi l'hypothèse que la perception d'intimité virtuelle est un prédicteur de l'expérience utilisateur et plus particulièrement des réactions émotionnelles des utilisateurs.

H6. En complément des deux précédentes hypothèses, nous faisons l'hypothèse que la présence sociale est un médiateur à travers lequel la perception d'intimité virtuelle influence l'expérience utilisateur.

H7. Enfin, nous nous inspirons des modèles d'intimité de Reis *et al.* (1988); Prager (1995), pour faire suggérer que l'intimité virtuelle soit une caractéristique de l'interaction qui influence les émotions des utilisateurs. Ainsi, nous faisons l'hypothèse que, contrairement à ce que prédit le modèle CUE (Mahlke, 2008), les caractéristiques de l'interaction, c'est à dire ici la perception d'intimité virtuelle, démontre un effet direct sur les réactions émotionnelles des

utilisateurs (module 2), indépendamment de son effet indirect médié par les perceptions des qualités instrumentales (*i.e.* utilité, utilisabilité) et non instrumentales (*i.e.* esthétique, statut, engagement) du système.

8.2.3 Résultats

Préalablement à l'analyse de nos résultats, nous avons étudié la distribution de nos données et nous confirmons la normalité de nos variables à l'exception des facteurs *Statut* et *Engagement* de l'expérience utilisateur. Toutefois, la violation de la normalité et de l'égalité des variances n'est pas un pré-requis pour les tests paramétriques quand la taille de l'échantillon est grande et similaire entre les deux conditions (comme c'est le cas ici) (Dudley, 2014).

Nous avons testé les hypothèses H0. à H5. à l'aide de t-tests comparant les conditions 2 à 2 et de régressions linéaires simples. Les hypothèses H6. et H7. ont été testées par analyse de médiation en suivant une procédure « bootstrap ». Les résultats ont été calculés avec JASP 0.11.1.0.

A) Analyses descriptives des interactions

En moyenne, les participants posent 11 questions/remarques ($M = 10.82$, $SD = 5.87$, $Min = 2$, $Max = 34$) au cours d'une interaction avec la conseillère touristique. D'après le système d'historique de conversation, 18% ($M = 18.32$, $SD = 15.15$, $Min = 0.00$, $Max = 58.33$) des requêtes des utilisateurs sont considérées comme incomprises par la conseillère virtuelle, qui en réponse, a informé les utilisateurs de son incompréhension et a demandé une reformulation de la question. Étonnamment, l'analyse de régression linéaire ne montre aucune influence négative du taux d'échec de compréhension sur la perception d'intimité virtuelle ($F(1, 58) = 0.318$, $p = 0.575$, $R^2 = 0.005$), sur la perception de présence sociale ($F(1, 58) = 0.167$, $p = 0.684$, $R^2 = 0.003$) ni sur la perception de l'expérience utilisateur ($F(1, 58) = 0.141$, $p = 0.708$, $R^2 = 0.002$). Contrairement à notre hypothèse, nous n'observons pas non plus de relation positive entre la longueur de l'interaction, autrement dit, le nombre de questions posées et la perception d'intimité virtuelle ($F(1, 58) = 0.083$, $p = 0.774$, $R^2 = 0.001$).

Nous avons aussi étudié l'impact de l'expression d'intimité dans la communication de la conseillère sur la longueur de l'interaction. L'analyse t-test que nous avons conduit ne montre, à priori, aucune différence de longueur d'interaction entre les conditions intime et non intime. Pour compléter ce résultat, nous avons répété l'analyse en distinguant les questions des utilisateurs relatives au tourisme et celles revêtant un caractère social. Cette analyse montre alors que la conseillère virtuelle intime génère significativement plus de communication (question/réponse) à caractère social de la part des utilisateurs que la conseillère non intime ($t(58) = 2.561, p = 0.013, d = 0.66, M = 0.72, SD = 1.13$ vs. $M = 0.16, SD = 0.45$). Aussi, nous avons établi une relation indirecte entre la condition expérimentale (intime, non intime) et la longueur de l'interaction. Par une analyse de régression, nous montrons globalement que le nombre de questions prédit positivement les émotions négatives des utilisateurs ($F(1, 58) = 9.530, p = 0.003, R^2 = 0.14$) et dans une moindre mesure, le module 2 Émotions ($F(1, 58) = 2.638, p = 0.11, R^2 = 0.44$). Cependant, l'effet délétère de la longueur de l'interaction sur les émotions des utilisateurs disparaît lorsque nous n'étudions que la conseillère intime.

Pour conclure, nous ne répliquons pas l'effet de la longueur de l'interaction sur la perception d'intimité virtuelle (H0a.), que nous avons pourtant retrouvé dans nos 2 précédentes études. Nous ne pouvons pas non plus confirmer notre hypothèse H0b. puisque les participants n'interagissent pas plus longtemps avec la conseillère intime qu'avec la conseillère non intime. En revanche nous observons que les participants posent plus de questions sociales à la conseillère intime, qu'à la conseillère non intime. Enfin, le taux d'échec de compréhension de la conseillère ne semble aucunement impacter les perceptions des participants, y compris les perceptions des qualités instrumentales de la conseillère (H0c.).

8.2. ÉTUDE 3. UTILISATEURS : QUELLE EXPÉRIENCE D'INTERACTION AVEC UN AGENT INTIME ?

TABLE 8.1 – Analyse descriptive de la perception de l'intimité virtuelle, de la présence sociale et de l'expérience utilisateur.

	Intimité virtuelle		Présence sociale		Expérience utilisateur	
	intime	non intime	intime	non intime	intime	non intime
Participants	29	31	29	31	29	31
M	57.667	52.353	3.710	3.565	3.873	3.676
SD	12.719	13.165	0.671	0.698	0.914	0.822
Min	30.533	26.333	2.417	2.222	2.045	2.136
Max	79.267	71.600	5.111	5.083	5.485	5.136

Note. Valeur moyenne (M), écart-type (SD), minimale (Min) et maximale (Max) d'intimité virtuelle perçue exprimée en %, de présence sociale et de d'expérience utilisateur perçue exprimée sur une échelle de Likert 1-7, dans chacune des 2 conditions d'expression d'intimité.

B) Impact des comportements d'intimité

Le premier objectif de cette étude est d'étudier l'impact des comportements intimes de la conseillère virtuelle sur la perception de l'intimité virtuelle, de la présence sociale et de l'expérience utilisateurs des participants.

Une première analyse a été conduite pour tester notre hypothèse H1. et étudier l'influence de la condition expérimentale (intime, non intime) sur la perception d'intimité virtuelle. A première vue, seule une tendance en faveur de la condition intime se dégage de nos résultats ($t(58) = 1.588$, $p = 0.118$, $d = 0.41$, $M = 57.67$, $SD = 12.72$ vs $M = 52.35$, $SD = 13.17$). Cet effet tendanciel est principalement porté par le facteur F1 Honnêteté et authenticité qui démontre un effet modéré : le score F1 est significativement supérieur chez la conseillère intime, comparativement à la conseillère non intime ($t(58) = 2.264$, $p = 0.027$, $d = 0.59$ $M = 58.97$, $SD = 12.33$ vs. $M = 50.56$, $SD = 16.06$).

8.2. ÉTUDE 3. UTILISATEURS : QUELLE EXPÉRIENCE D'INTERACTION AVEC UN AGENT INTIME ?

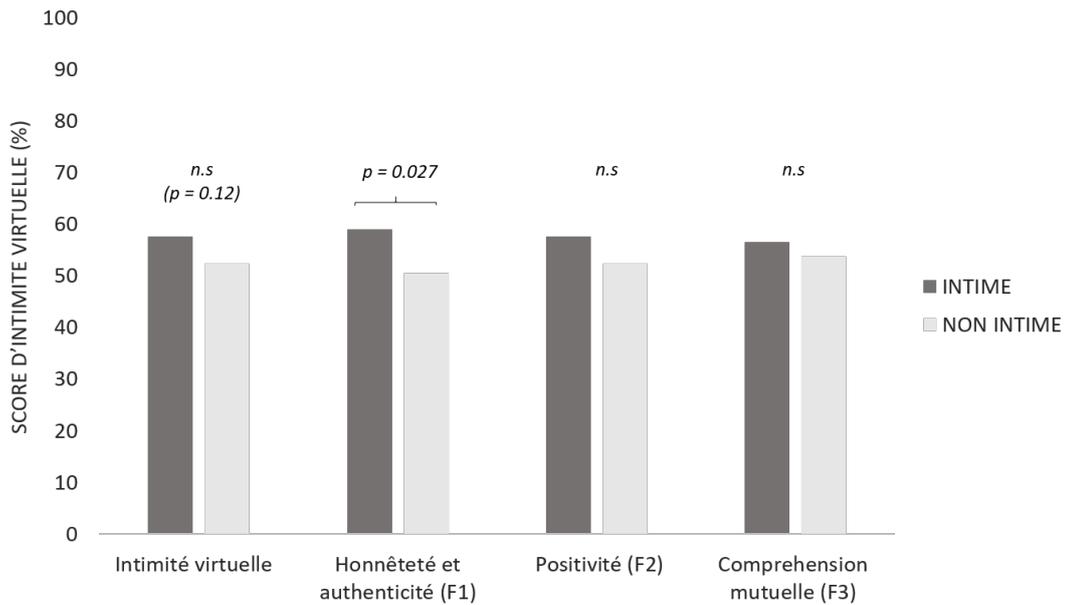


FIGURE 8.12 – Perception de l'intimité virtuelle et de ses facteurs constitutifs en fonction de l'expression d'intimité (intime, non intime) de la conseillère virtuelle.

Un seconde analyse a été conduite pour évaluer l'influence de la condition expérimentale sur la perception de présence sociale. Contrairement à ce que prédit notre hypothèse H2., aucune différence significative n'est observée entre les conditions « intime » et « non intime ». Toutefois en nous penchant sur les facteurs constitutifs de la présence sociale, nous observons que les participants attribuent un score de *coprésence* supérieur à la conseillère intime, comparativement à la conseillère non intime ($t(58) = 2.178, p = 0.033, d = 0.56, M = 5.32, SD = 1.49$ vs $M = 4.45, SD = 1.62$).

Une troisième analyse a été conduite pour examiner l'influence de la condition expérimentale sur la perception de l'expérience utilisateur. La comparaison entre les conditions intime et non intime du score moyen d'expérience utilisateur et de ses modules constitutifs ne montre, a priori, aucune différence significative. Seul le facteur de perception des qualités non instrumentales du système démontre un effet à la limite de la significativité ($t(58) = 1.969, p = 0.054, d = 0.51, M = 3.39, SD = 0.99$ vs. $M = 2.96, SD = 0.70$). Cet effet modéré est

8.2. ÉTUDE 3. UTILISATEURS : QUELLE EXPÉRIENCE D'INTERACTION AVEC UN AGENT INTIME ?

principalement porté par le facteur *Statut* ($t(58) = 2.520, p = 0.015, d = 0.65, M = 3.08, SD = 1.77$ vs $M = 2.10, SD = 1.22$) et dans une moindre mesure par le facteur *engagement* ($t(58) = 1.833, p = 0.072, d = 0.46, M = 1.55, SD = 0.88$ vs $M = 1.23, SD = 0.44$), pour lesquels les scores sont supérieurs chez la conseillère intime comparativement à la conseillère non intime.

Pour conclure, bien que l'expression d'intimité chez la conseillère virtuelle démontre un effet sur la perception d'intimité virtuelle de taille moyenne et proche de la significativité ($d = 0.41, p = 0.118$), nous ne pouvons confirmer que l'effet fort et significatif de la condition expérimentale sur le facteur F1 Honnêteté et authenticité. L'hypothèse H1. n'est donc que partiellement validée.

En l'absence d'effet de la condition expérimentale sur la perception moyenne de présence sociale, l'hypothèse H2. n'est pas confirmée. Nous relevons tout de même un effet modéré de l'expression d'intimité dans la communication de la conseillère sur la perception de coprésence.

Enfin dans cette étude, l'expression d'intimité chez la conseillère virtuelle ne montre pas d'effet principal sur l'expérience utilisateur ni sur ses modules constitutifs. De fait, l'hypothèse H3 n'est pas confirmée. Nous observons uniquement un effet modéré à la limite de la significativité ($d = 0.51, p = 0.054$) sur la perception des qualités non instrumentales du système qui est principalement porté par le facteur Statut et dans une moindre mesure, le facteur Engagement.

C) Effet de l'intimité virtuelle perçue sur l'expérience utilisateur et rôle de la présence sociale

Le second objectif de cette étude est d'explorer le lien entre la perception d'intimité virtuelle et la perception de présence sociale afin de déterminer le rôle de la présence dans la relation entre perception d'intimité virtuelle et expérience utilisateur.

Dans une première étape, nous avons conduit une régression linéaire simple impliquant la perception d'intimité virtuelle et la présence sociale. Cette analyse, présentée dans la Figure 8.13, montre que l'intimité virtuelle perçue par les utilisateurs apparaît comme un prédicteur significatif de la présence sociale ($F(1, 58) = 42.472, p < 0.001, \alpha = 0.034, SE = 0.005, \beta = 0.650, R^2 = 0.423$) et ce, dans les deux conditions expérimentales.

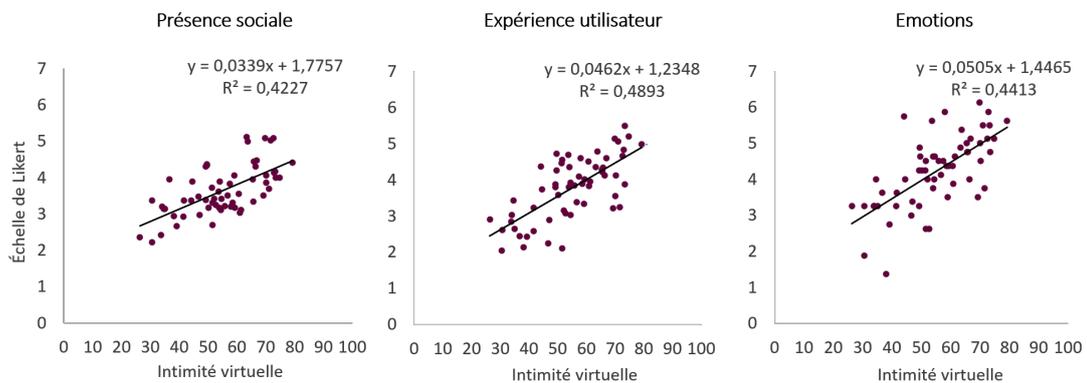


FIGURE 8.13 – Prédiction de la présence sociale (gauche), de l'expérience utilisateur (centre) et du module 2 Émotions (droite) par l'intimité virtuelle perçue.

En complément, nous avons conduit deux autres analyses de régressions linéaires qui désignent l'intimité virtuelle perçue comme un prédicteur d'une part, de l'expérience utilisateur ($F(1, 58) = 58.562, p < 0.001, \alpha = 0.046, SE = 0.006, \beta = 0.709, R^2 = 0.503$) et d'autre part, du module 2 Émotions ($F(1, 58) = 45.817, p < 0.001, \alpha = 0.050, SE = 0.007, \beta = 0.664, R^2 = 0.441$), dans les 2 conditions expérimentales. Ces analyses sont également présentées

dans la Figure 8.13.

Il est à noter que la perception d'intimité virtuelle apparaît également comme un prédicteur des 3 autres modules constitutifs de l'expérience utilisateur, autrement dit, les perceptions du produit, les conséquences de l'usage et l'expérience globale.

Ces résultats nous permettent de valider nos hypothèses H4. et H5., en rapportant la relation positive entre l'intimité virtuelle perçue et respectivement, la présence sociale, l'expérience utilisateur et plus particulièrement les réactions émotionnelles des utilisateurs.

Aussi, nous nous intéressons au rôle de la présence sociale dans la relation établie précédemment entre l'intimité virtuelle perçue et l'expérience utilisateur. Pour répondre à notre hypothèse H6., nous avons alors conduit une analyse de médiation dont les résultats montrent que seul le coefficient régresseur de la relation direct entre intimité virtuelle et présence sociale est significatif. L'effet indirect prend pour valeur $(0.034)(0.27) = 0.009$. Nous avons testé la significativité de cet effet indirect en utilisant la méthode « bootstrap » : les effets indirects non-standardisés sont calculés pour chacun des 1000 échantillons de bootstrap et l'intervalle de confiance à 95% est calculé sur la base des effets indirects au 2,5ième et 97.5ième percentiles. En nous basant sur cette méthode, la valeur de l'effet indirect est affichée à 0.009 et l'intervalle de confiance à 95% s'établit entre les valeurs $-4.573E.10^{-7}$ et 0.020. Cet effet indirect, reporté dans la Table 8.2, n'est pas significatif ($p = 0.070$).

En conclusion, nos résultats divergent de notre hypothèse H6. et montrent au contraire que l'effet de la perception d'intimité virtuelle sur la perception de l'expérience utilisateur est direct et n'est pas médié par la perception de présence sociale.

8.2. ÉTUDE 3. UTILISATEURS : QUELLE EXPÉRIENCE D'INTERACTION AVEC UN AGENT INTIME ?

TABLE 8.2 – Effet direct (A), indirect médié par présence sociale (B) et total (C) de la perception d'intimité virtuelle sur l'expérience utilisateur.

(A)		Intervalle de confiance 95%					
		Estimation	SD	z-value	p	Inf	Sup
Intimité virtuelle	→ Expérience utilisateur	0.036	0.007	4.871	< .001	0.021	0.050

(B)		Intervalle de confiance 95%					
		Estimation	SD	z-value	p	Inf	Sup
Intimité virtuelle	→ Présence sociale → Expérience utilisateur	0.009	0.005	1.813	0.070	2.844e-4	0.021

(C)		Intervalle de confiance 95%					
		Estimation	SD	z-value	p	Inf	Sup
Intimité virtuelle	→ Expérience utilisateur	0.046	0.006	7.797	< .001	0.033	0.057

Note. Utilisation de la méthode Delta pour le calcul des écart-types et correction des percentiles bootstrap des intervalles de confiance

TABLE 8.3 – Effet direct (A), indirect médié par les perceptions du produit (B) et total (C) de la perception d'intimité virtuelle sur les émotions des utilisateurs.

(A)		Intervalle de confiance 95%					
		Estimation	SD	z-value	p	Inf	Sup
Intimité virtuelle	→ Émotions	0.026	0.008	3.086	0.002	0.008	0.044

(B)		Intervalle de confiance 95%					
		Estimation	SD	z-value	p	Inf	Sup
Intimité virtuelle	→ Perceptions du produit → Émotions	0.025	0.007	3.759	< .001	0.015	0.039

		Estimation	SD	z-value	p	Inf	Sup
Intimité virtuelle	→ Émotions	0.050	0.007	6.885	< .001	0.038	0.066

Note. Utilisation de la méthode Delta pour le calcul des écart-types et correction des percentiles bootstrap des intervalles de confiance

D) Un effet (in)direct de l'intimité virtuelle sur les émotions des utilisateurs ?

Le modèle CUE de l'expérience utilisateur (Mahlke et Thüring, 2007) stipule que les caractéristiques de l'interaction influencent les émotions des utilisateurs de manière indirecte au travers des perceptions des qualités instrumentales et non instrumentales du système ; les réactions émotionnelles ne sont que résultantes des perceptions du système (Figure 8.8). Dans le cas particulier des interactions humain-agent, nous pensons en revanche que la dimension sociale de l'interaction, induite notamment par la capacité de l'agent à exprimer des comportements sociaux, peut générer des émotions chez les utilisateurs. Dans cette étude, nous avons pour ambition d'étudier la nature de la relation qui associe la perception d'intimité virtuelle et les réactions émotionnelles des utilisateurs, afin de déterminer si cette relation dépend exclusivement d'un effet indirect, tel que le modèle CUE le prédit ou si cette relation dépend également d'un effet direct, tel que notre hypothèse le prédit.

Pour répondre à cette question, nous avons conduit une analyse de médiation entre la perception d'intimité virtuelle, le module 1 Perceptions du produit et le module 2 Émotions, qui montre que les coefficients régresseurs de la relation entre intimité virtuelle et perceptions du produit et de la relation entre perceptions du produit et émotions s'avèrent tous deux significatifs. L'effet indirect prend pour valeur $(0.042)(0.59) = 0.025$. Nous avons testé la significativité de cet effet indirect en utilisant la méthode « bootstrap » : les effets indirects non-standardisés sont calculés pour chacun des 1000 échantillons de bootstrap et l'intervalle de confiance à 95% est calculé sur la base des effets indirects au 2,5ième et 97.5ième percentiles. Sur la base de cette méthode, la valeur de l'effet indirect est affichée à 0.025 et l'intervalle de confiance à 95% s'établit entre les valeurs 0.015 et 0.039. Cet effet indirect, reporté dans la Table 8.3 est statistiquement significatif ($p < 0.001$). De plus, l'effet direct non-standardisé prend pour valeur 0.026 et l'intervalle de confiance à 95% s'établit entre les va-

8.2. ÉTUDE 3. UTILISATEURS : QUELLE EXPÉRIENCE D'INTERACTION AVEC UN AGENT INTIME ?

leurs 0.008 et 0.044. Par conséquent, l'effet direct de la perception d'intimité, reporté dans la Table 8.3, est également significatif ($p = 0.002$).

En conclusion, cette analyse confirme l'existence d'un effet direct de la perception d'intimité virtuelle sur la perception des émotions des utilisateurs (H7.), en plus de l'effet indirect porté par la perception des qualités du produit tel que décrit dans le modèle CUE.

En complément de ces résultats, nous avons cherché à répliquer les relations décrites par le modèle CUE dans notre contexte d'interaction humain-agent. Nous avons alors distingué les perceptions des qualités instrumentales et non instrumentales du produit comme 2 médiateurs indépendants. Pour cela, nous avons conduit une analyse de médiation multiple (Figure 8.14).

TABLE 8.4 – Effet direct (A), indirect médié par les perceptions des qualités instrumentales et non instrumentales (B) et total (C) de la perception d'intimité virtuelle sur les émotions des utilisateurs.

(A)							Intervalle de confiance 95%					
							Estimation	SD	z-value	p	Inf	Sup
Intimité virtuelle → Émotions							0.025	0.008	3.111	0.002	0.008	0.045

(B)							Intervalle de confiance 95%					
							Estimation	SD	z-value	p	Inf	Sup
Intimité virtuelle → Qualités non instrumentales → Émotions							0.007	0.005	1.576	0.115	8.680e-4	0.016
→ Qualités instrumentales → Émotions							0.018	0.006	3.248	0.001	0.009	0.030

(C)							Intervalle de confiance 95%					
							Estimation	SD	z-value	p	Inf	Sup
Intimité virtuelle → → Émotions							0.050	0.007	6.885	< .001	0.035	0.065

Note. Utilisation de la méthode Delta pour le calcul des écart-types et correction des percentiles bootstrap des intervalles de confiance

8.2. ÉTUDE 3. UTILISATEURS : QUELLE EXPÉRIENCE D'INTERACTION AVEC UN AGENT INTIME ?

D'une part, les résultats de l'analyse montrent que les coefficients régresseurs de la relation entre intimité virtuelle et perceptions des qualités instrumentales et de la relation entre perceptions des qualités instrumentales et émotions sont tous deux significatifs. L'effet indirect prend pour valeur $(0.048)(0.38) = 0.018$. Nous avons testé la significativité de cet effet indirect en utilisant la méthode « bootstrap » : les effets indirects non-standardisés sont calculés pour chacun des 1000 échantillons de bootstrap et l'intervalle de confiance à 95% est calculé sur la base des effets indirects au 2,5ième et 97.5ième percentiles. Sur la base de cette méthode, la valeur de l'effet indirect est affichée à 0.018 et l'intervalle de confiance à 95% s'établit entre les valeurs 0.009 et 0.030. Cet effet indirect, reporté dans la Table 8.4 apparaît statistiquement significatif ($p = 0.001$).

D'autre part, les résultats concernant la médiation par la perception des qualités non instrumentales montrent que seul le coefficient régresseur de la relation entre la perception d'intimité virtuelle et la perception des qualités non instrumentales s'avère significatif. L'effet indirect prend pour valeur $(0.038)(0.19) = 0.007$. Nous avons testé la significativité de cet effet indirect en utilisant la méthode « bootstrap » : les effets indirects non-standardisés sont calculés pour chacun des 1000 échantillons de bootstrap et l'intervalle de confiance à 95% est calculé sur la base des effets indirects au 2,5ième et 97.5ième percentiles. Sur la base de cette méthode, la valeur de l'effet indirect est affichée à 0.007 et l'intervalle de confiance à 95% s'établit entre les valeurs $8.680E.10^{-4}$ et 0.016. Cet effet indirect, reporté dans la Table 8.4 apparaît non significatif ($p = 0.12$).

De plus, l'effet direct non-standardisé prend pour valeur 0.025 et l'intervalle de confiance à 95% s'établit entre les valeurs 0.008 et 0.045. Par conséquent, l'effet direct de la perception d'intimité sur les émotions, également reporté dans la Table 8.4, est quant à lui significatif ($p = 0.002$). Tous les coefficients régresseurs de la relation entre la perception d'intimité virtuelle et les émotions

des utilisateurs, médiée par les qualités instrumentales et non instrumentales du produit sont présentés dans la Figure 8.14.

En conclusion, nos résultats suggèrent qu'il existe bien un effet direct de la perception de l'intimité virtuelle sur la perception des émotions des utilisateurs. En adéquation avec le modèle CUE, les résultats de l'analyse de médiation aux régresseurs multiples confirment l'existence d'un effet indirect médié par la perception des qualités instrumentales du produit. En revanche, l'effet de médiation porté par la perception des qualités non instrumentales n'atteint pas le seuil de significativité ($p = 0.12$) et ne peut donc être confirmé par notre analyse.

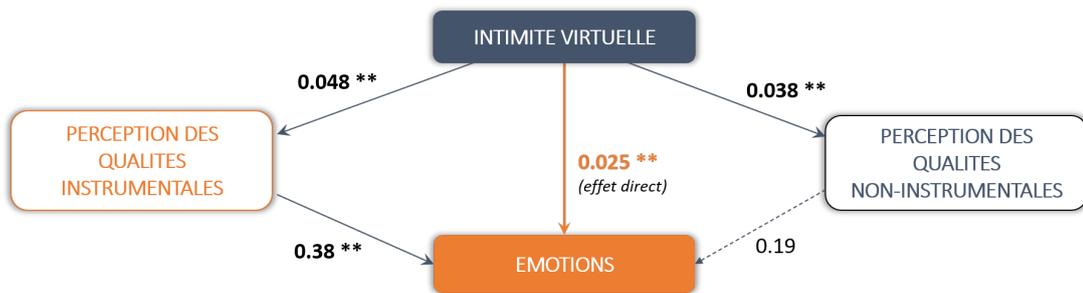


FIGURE 8.14 – Coefficients régresseurs standardisés pour la relation entre la perception d'intimité virtuelle et le module 2 Émotions, médiée par la perception des qualités instrumentales et non instrumentales du produit.

** : $p(\text{coefficient}) < .05$

8.2.4 Discussion de l'étude

L'objectif de cette étude interactive est double : d'une part, nous avons la volonté d'explorer les perceptions des utilisateurs en conditions réelles sur le terrain après avoir échangé avec un ACA professionnel exprimant des comportements multimodaux intimes ; d'autre part, il s'agit de discuter le modèle de l'expérience utilisateur CUE de Mahlke et Thüring (2007), dans le cadre spécifique des interactions humain-ACA social. plus particulièrement, nous nous intéressons à la relation entre les caractéristiques de l'interaction – telles que le niveau d'intimité perçue – et les réactions émotionnelles des utilisateurs.

A) Comportements intimes et perceptions de l'utilisateur

Les comportements multimodaux intimes de notre conseillère virtuelle ont été implémentés sur la base de notre modèle théorique d'intimité virtuelle dédié aux ACAs sociaux, lui-même inspiré de la littérature en psychologie des relations interpersonnelles. Dans nos études précédentes (section 7.1 et 7.2) les comportements intimes de l'agent virtuel sont particulièrement bien perçus par les participants ayant visionné des vidéos d'interactions entre une conseillère touristique virtuelle et une touriste humaine. L'observation de clips vidéos d'interactions dyadiques est reconnue comme une méthode pertinente pour l'évaluation de compétences sociales (*e.g. rapport*) au cours d'interactions humaines (Bernieri *et al.*, 1996) et humain-agent (Cerekovic *et al.*, 2016; Ravenet *et al.*, 2016).

Perception de l'intimité virtuelle. Dans cette présente étude en conditions réelles d'interaction avec de vrais touristes, nos résultats apparaissent moins prononcés que ceux obtenus dans nos deux précédentes études, bien qu'ils semblent prendre la même direction. Ainsi, les participants ont globalement tendance à percevoir l'intimité virtuelle exprimée par la conseillère virtuelle intime bien que cet effet n'atteint pas le seuil de significativité ($p = 0.118$,

$d = 0.41$). Cette tendance générale à percevoir l'intimité virtuelle est majoritairement portée par la perception de l'honnêteté et l'authenticité de la conseillère virtuelle intime : le facteur F1 est largement reconnu par les participants ($p = 0.027$, $d = 0.59$) alors que les facteurs F2 et F3 ne sont pas statistiquement reconnus⁵.

Cette moindre reconnaissance des comportements d'intimité chez la conseillère peut principalement s'expliquer par l'aspect interactif et les conditions de terrain de l'expérimentation. En fonction de chaque touriste, l'interaction avec l'agent peut prendre une tournure différente et l'agent formule donc des réponses différentes contenant des indices d'intimité différents, en nombre et en nature. Afin de reproduire des conditions réelles d'interaction avec un ACA professionnel, nous avons recruté les participants de cette étude directement au sein de l'office du tourisme, auprès de touristes venus glaner des informations pratiques pour l'organisation de leur séjour à Nevers. Nous pouvons alors faire l'hypothèse que tous les participants ne sont pas dans le même état psychologique au moment de l'interaction et démontrent probablement des niveaux différents d'engagement et d'intérêt pour échanger avec un agent virtuel. Bien que nos observations vont globalement dans le sens des précédentes, elles suggèrent également l'existence d'asymétries perceptives en lien avec la perspective acteur-observateur : un même évènement génère des perceptions différentes chez les individus selon qu'ils sont acteur ou observateur de l'interaction (Wang *et al.*, 2015; Flanagan et Johansson, 2003). Ce phénomène semble également se confirmer dans le contexte des interactions humain-agent virtuel.

La répartition inégale des indices d'intimité au sein des trois facteurs et pour chacun des touristes peut également impacter la perception générale des participants et diluer l'effet de l'expression d'intimité. Aussi, l'honnêteté est retrouvée dans la littérature comme l'un des concepts constitutifs de l'inti-

5. A considérer au regard de l'analyse factorielle conduite à posteriori des études

mité les plus importants – si ce n'est le plus important – et les manifestations comportementales qui l'accompagnent ont été particulièrement décrites et étudiées. De nombreux auteurs se sont notamment intéressés aux comportements de self-disclosure, considéré comme l'archétype du comportement intime (Morton, 1978; Reis *et al.*, 1988; Altman et Taylor, 1973). En revanche, les comportements verbaux et non-verbaux associés à la positivité et à la compréhension mutuelle sont plus vastes, moins typiques et ont probablement suscité moins d'intérêt dans la littérature. Au delà de l'influence propre à chaque dimension de l'intimité, il se peut que l'implémentation des comportements dans la communication de la conseillère rende compte de cette disparité des comportements typiques associés à chaque dimension.

Aussi, chacune des trois dimensions de l'intimité virtuelle n'évoque probablement pas les mêmes représentations aux yeux des utilisateurs, qui par conséquent, les perçoivent différemment. Effectivement, le processus d'intimité s'appuie sur la perception des comportements d'autrui, mais également sur nos propres représentations et notre perception de soi (Reis *et al.*, 1988; Burgoon et Hale, 1988). Les résultats de notre deuxième étude suggèrent déjà que les perceptions des participants, en termes d'intimité virtuelle, sont modulées par leurs propres représentations mentales (Section 7.2.3 Résultats). A nouveau, nous supposons que les touristes s'attendent plus naturellement à ce que la conseillère virtuelle fasse preuve de positivité et de compréhension mutuelle à leur égard parce qu'il s'agit de compétences sociales qui sont valorisées et requises par la la fonction métier. Ainsi, nous n'avons probablement pas trouvé de différence significative dans la perception de ces deux dimensions, entre les conditions intimes et non intimes, parce que les participants les perçoivent par défaut, y compris chez la conseillère non intime. En revanche, les comportements honnêtes et authentiques de l'agent intime contrastent certainement plus drastiquement avec les attentes des touristes et leurs représentations sociales – surtout en matière d'agent virtuel – et contribuent à ce que l'honnêteté et

l'authenticité (F1) de la conseillère soient particulièrement bien reconnues.

Perception de la présence sociale. Les théories de la présence sociale dans la communication-médiée établissent un lien entre la présence sociale et l'intimité, dans lequel cette dernière est reconnue comme une sous-dimension fondamentale de la présence sociale (Gunawardena et Zittle, 1997; Biocca *et al.*, 2003). Aussi, de nombreuses autres études se sont intéressées au sentiment de présence sociale que pouvait générer des agents virtuels aux comportements sociaux (Lee et Choi, 2017; Oh *et al.*, 2018).

En nous basant sur les résultats de ces études, nous avons fait l'hypothèse qu'échanger avec une conseillère virtuelle intime génère chez les participants un sentiment de présence sociale plus prononcé qu'avec une conseillère non intime. Nos résultats montrent seulement que les touristes perçoivent un sentiment de coprésence plus important en interagissant avec la conseillère intime (pour une revue de la littérature sur la coprésence se référer à Campos-Castillo et Hitlin (2013)).

Notre étude s'inscrit dans le cadre théorique du modèle de présence sociale de Biocca *et al.* (2003). Dans leurs modèle, la coprésence est décrite comme une sous-dimension de la présence sociale et s'attache principalement à « la conscience (sensorielle) de l'incarnation de l'autre ». D'autres auteurs considèrent plus généralement la coprésence comme « l'expérience subjective d'être avec autrui » (Zhao, 2003). Bien que dans la littérature les concepts de coprésence et de présence sociale sont parfois confondus, il apparaît que la coprésence se distingue de la présence sociale en cela qu'elle se concentre sur la notion d'incarnation de l'autre et fait principalement référence à l'expérience sensorielle de la présence du corps de l'autre (Biocca *et al.*, 2003). Nous suggérons alors que l'expression chez la conseillère virtuelle de comportements intimes au travers d'une communication multimodale a renforcé sa dimension incarnée et a développé chez les utilisateurs le sentiment d'être en présence d'autrui. Le

8.2. ÉTUDE 3. UTILISATEURS : QUELLE EXPÉRIENCE D'INTERACTION AVEC UN AGENT INTIME ?

sentiment de coprésence correspond au premier niveau « perceptif » du phénomène de présence sociale (Biocca et Harms, 2002) et sa perception chez notre conseillère virtuelle représente d'après nous un premier témoin de la reconnaissance de l'agent virtuel comme un partenaire d'interaction.

En revanche, les autres dimensions de la présence sociale correspondant à un niveau « subjectif » plus élevé de la présence sociale et donnant accès aux informations psycho-comportementales d'autrui, ne semblent pas influencées par l'expression des comportements intimes de notre conseillère. La reconnaissance limitée de l'intimité virtuelle par les utilisateurs a probablement entaché le phénomène de présence sociale, dont l'expression est restée à un niveau perceptif. Selon nous, bien que nos résultats restent mitigés, ils n'excluent par pour autant l'existence d'une relation forte entre expression d'intimité et perception de présence sociale. par conséquent, d'autres investigations sont nécessaires pour déterminer les caractéristiques de cette relation potentielle entre l'expression d'intimité dans la communication d'un ACA et la perception du sentiment de présence sociale par l'utilisateur.

De plus, Bailenson *et al.* (2005) affirment que s'intéresser aux ressentis des individus vis-à-vis d'un ACA n'est qu'une manière d'étudier la présence sociale et que d'autres méthodes, notamment l'étude des réactions sociales des utilisateurs, existent. D'après les auteurs, les réponses comportementales sont parfois même de meilleurs indicateurs que les mesures subjectives obtenues par le biais de questionnaires (Bailenson *et al.*, 2004). Nous croyons également à cette affirmation et pensons que la perception de présence sociale et les réactions comportementales des utilisateurs devraient être considérés comme des indicateurs complémentaires du phénomène de présence sociale. En outre, nous constatons dans notre étude que la conseillère intime induit plus de comportements sociaux chez les participants, qui en moyenne, emploient plus de formulations sociales et posent plus de questions personnelles à la conseillère (*e.g* « Salut Léa », « Merci beaucoup, à bientôt », « Comment as-tu été créée ? »).

Ces réactions comportementales intimes des utilisateurs interagissant avec la conseillère intime témoignent d'une part du phénomène de présence sociale et rappellent d'autre part, le processus interpersonnel dynamique et réciproque qui s'établit au sein d'une interaction intime (Reis *et al.*, 1988; Prager, 1995). Nos observations suggèrent également que les mécanismes sociaux impliqués dans les interactions humain-agent font appels à des mécanismes conscients et d'autres probablement inconscients.

En complément, le niveau d'intimité virtuelle perçu chez la conseillère touristique (qu'elle soit intime ou non) apparaît dans nos travaux comme un prédicteur robuste de la présence sociale. De même que son homologue étudié dans la communication médiée, l'intimité virtuelle mériterait donc d'être considérée comme un déterminant puissant de la présence sociale dans les interactions humain-agent. Bien que son expression dans les comportements des ACAs restent encore à travailler, l'intimité virtuelle se dessine comme un moyen de tendre vers la reconnaissance sociale des ACAs et l'enrichissement de la dimension sociale des interactions humain-ACA.

Perception de l'expérience utilisateur. Les travaux de Verhagen *et al.* (2014) nous incitent à croire que l'expression chez la conseillère virtuelle de comportements intimes multimodaux peut impacter positivement l'expérience globale des utilisateurs et plus particulièrement leurs réactions émotionnelles. En appréhendant l'expérience utilisateur au travers du modèle CUE de Mahlke (2008), nous montrons dans cette étude que l'expression d'intimité chez la conseillère améliore sérieusement la représentation sociale des utilisateurs (la perception que les utilisateurs ont de leur statut social en échangeant avec la conseillère) et a tendance à améliorer la perception des qualités non instrumentales du système ($p = 0.054$, $d = 0.51$). Ainsi, la présence d'intimité dans le comportement de la conseillère semble jouer sur les représentations de soi des utilisateurs et l'image qu'ils renvoient aux autres.

En revanche, l'expérience utilisateur et les réactions émotionnelles des utilisateurs sont globalement restées inchangées entre les conditions expérimentales (intime, non intime). Cette absence d'effet significatif peut être globalement imputée au manque de reconnaissance consciente des comportements intimes par les utilisateurs. Effectivement, seule l'honnêteté et l'authenticité de la conseillère ont été reconnues par les participants. Les comportements intimes de l'agent démontrent tout de même un effet indirect sur les réactions émotionnelles des utilisateurs : dans notre étude, il existe une relation entre la longueur de l'interaction et les émotions négatives perçues par les participants, qui disparaissait quand nous considérons uniquement la conseillère intime. L'intimité virtuelle de l'agent pourrait ainsi jouer un rôle protecteur et supprimer l'agacement et l'aspect décevant qui accompagnent à priori le déroulement de l'interaction avec l'agent.

En parallèle, nous avons déterminé que l'intimité virtuelle perçue, en plus d'être prédictive du sentiment de présence sociale, est un prédicteur robuste de l'expérience utilisateur et notamment des réactions émotionnelles (en plus des autres modules de l'expérience utilisateur). Nos résultats sont encourageants et rejoignent les travaux de Lee et Choi (2017) qui montrent une influence positive d'un conseiller virtuel exprimant des comportements de self-disclosure sur la satisfaction-client et l'intention d'usage du dispositif de recommandations vidéos.

Considérés dans leur ensemble, ces résultats suggèrent qu'en condition réelles d'utilisation, l'expression d'intimité virtuelle pourrait représenter un outil d'amélioration de l'expérience d'interaction avec un ACA et faciliter l'adoption de cette technologie.

Rôle de la présence sociale dans l'expérience utilisateur. Verhagen *et al.* (2014) et plus récemment, Lee et Choi (2017) ont proposé deux modèles relationnels dans lesquels la présence sociale apparaît d'une part comme déterminant de la satisfaction client et d'autre part comme médiateur dans la relation impliquant l'expression de comportements sociaux chez un ACA et la satisfaction de l'utilisateur. Dans cette perspective, nous avons examiné la nature de cette relation en considérant, au delà de la satisfaction, l'expérience de l'utilisateur dans son intégralité et en interrogeant le rôle de la présence sociale dans la relation entre la perception d'intimité et l'expérience utilisateur. Contrairement à nos attentes, nos analyses ne convergent pas vers notre hypothèse : nous ne retrouvons qu'un effet direct de la perception d'intimité sur l'expérience utilisateur, alors que l'effet indirect médié par la présence sociale n'atteint pas le seuil de significativité ($p = 0.070$).

En rendant compte du jugement subjectif de l'interaction, la satisfaction client fait probablement plus échos aux conséquences de l'interaction dans le modèle CUE, qu'à l'expérience utilisateur en elle-même. Cette différence conceptuelle pourrait expliquer que nos résultats, bien qu'allant dans le sens des travaux de Lee et Choi (2017); Verhagen *et al.* (2014), ne reflètent pas l'effet médiateur de la présence sociale de manière significative. L'expérience utilisateur, telle qu'elle est définie par Mahlke et Thüring (2007) est un concept multidimensionnel complexe et nous pouvons supposer que dans notre étude, l'effet de la présence sociale est peut-être dilué par d'autres influences en lien avec les caractéristiques des participants, de l'agent virtuel, du contexte et de la situation d'interaction.

Une autre explication à l'absence de médiation par la présence sociale pourrait être que l'influence prononcée de la perception d'intimité virtuelle sur l'expérience utilisateur ne dépend finalement pas du sentiment de présence sociale et implique des mécanismes socioémotionnels qui lui sont propres. En outre, le phénomène de *contagion émotionnelle* pourrait par exemple être impliqué

et générer chez les participants sensibles à l'intimité virtuelle exprimée par la conseillère touristique, des émotions plus positives conduisant à une meilleure expérience utilisateur. En effet, la contagion émotionnelle est décrite dans la littérature comme « le phénomène à travers lequel un individu ou un groupe d'individus influence les émotions ou le comportement d'un autre individu ou groupe d'individus, par l'induction consciente ou inconsciente d'états émotionnels et d'attitudes comportementales » (Schoenewolf, 1990). Par *mimétisme primitif*, nous avons spontanément tendance à nous synchroniser et à imiter les comportements sociaux de notre interlocuteur, avec pour conséquence, une convergence émotionnelle de la dyade (Hatfield *et al.*, 1992). Par extension, ce phénomène pourrait potentiellement expliquer que la perception d'intimité virtuelle chez notre ACA induit des comportements pro-sociaux de la part des utilisateurs ainsi qu'une meilleure expérience utilisateur, sans nécessairement impliquer le phénomène de présence sociale.

B) Place des émotions dans l'expérience utilisateur

En nous appuyant sur la théorie de la réponse sociale (Nass et Moon, 2000), nous pensons qu'interagir avec un agent virtuel génère des réactions émotionnelles et sociales. Contrairement au modèle CUE qui décrit les réactions émotionnelles des utilisateurs comme uniquement résultantes des perceptions des qualités instrumentales et non instrumentales du système, nous faisons l'hypothèse que les caractéristiques de l'interaction et notamment sa dimension sociale, peuvent en elle-même générer des réactions émotionnelles qui ne sont pas résultantes de la perception des qualités du système. Ainsi dans cette étude, nous avons proposé que l'intimité virtuelle perçue par les participants soit considérée comme une caractéristique de l'interaction et soit une source directe d'émotions chez les utilisateurs.

Ainsi, nos analyses de médiation montrent que, comme le prévoit le modèle CUE, l'intimité virtuelle perçue a un effet indirect sur les émotions des utilisateurs, qui est médié par les perceptions du produit. Toutefois, nous rapportons également l'existence d'un effet direct de l'intimité virtuelle perçue sur les émotions des utilisateurs, qui est indépendant des qualités du produit.

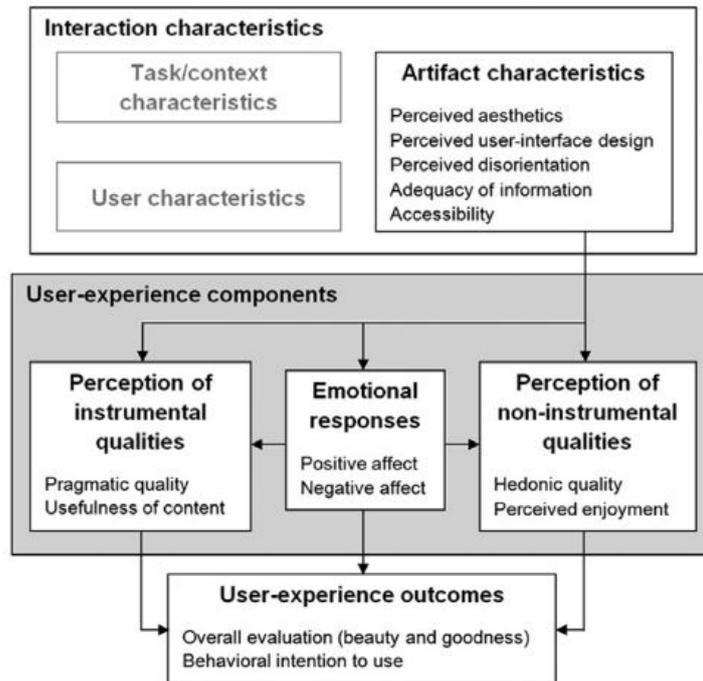


FIGURE 8.15 – Cadre théorique du modèle d'expérience utilisateur pour les nouveaux sites web d'après Aranyi et Van Schaik (2015).

L'intimité interpersonnelle est décrite dans la littérature comme un processus interpersonnel qui s'inscrit dans une interaction entre deux individus et qui ne peut être considérée qu'au sein de celle-ci (Prager, 1995). Dans cette perspective, nous considérons également l'intimité virtuelle comme un processus interpersonnel propre à l'interaction, qui s'apparente à une caractéristique de l'interaction en renseignant la dimension sociale de celle-ci. Nos résultats laissent alors à penser que, dans le contexte spécifique des interactions humain-agent revêtant un caractère social, les caractéristiques de l'interaction ont une

influence propre sur les émotions des utilisateurs. En outre, notre positionnement théorique est partagé par Aranyi et Van Schaik (2015) qui ont proposé un modèle de l'expérience utilisateur pour les nouveaux sites web présenté dans la Figure 8.15. Également inspiré du modèle CUE, ce modèle d'expérience utilisateur stipule que les caractéristiques perçues de l'artefact ont un impact direct sur les réponses affectives des utilisateurs. En particulier, les auteurs ont démontré que l'esthétique perçue de l'artefact et la sensation de désorientation pendant l'interaction sont deux caractéristiques de l'interaction prédictrices, respectivement, des affects positifs et négatifs.

Ainsi, nous proposons une extension du cadre théorique de l'expérience utilisateur CUE adaptée aux interactions avec des agents virtuels sociaux. Présentée dans la Figure 8.16, notre proposition décrit un modèle dans lequel les caractéristiques comportementales de l'agent virtuel (*i.e.* l'expression de comportements intimes) ont une influence sur les caractéristiques de l'interaction (*i.e.* niveau d'intimité), qui peuvent alors générer des réactions émotionnelles chez les utilisateurs.

Étonnamment, nous avons observé que l'effet de médiation des perceptions du produit s'appuie principalement sur la perception des qualités instrumentales du système : l'effet indirect porté par la perception des qualités non instrumentales du système n'atteint pas le seuil de significativité ($p = 0.12$). Bien que ces observations divergent du cadre théorique du modèle CUE, Mahlke et Lindgaard (2007) ont également rapporté dans une étude un impact plus robuste des perceptions des qualités instrumentales sur les émotions des utilisateurs, comparativement aux perceptions des qualités non instrumentales.

8.2. ÉTUDE 3. UTILISATEURS : QUELLE EXPÉRIENCE D'INTERACTION AVEC UN AGENT INTIME ?

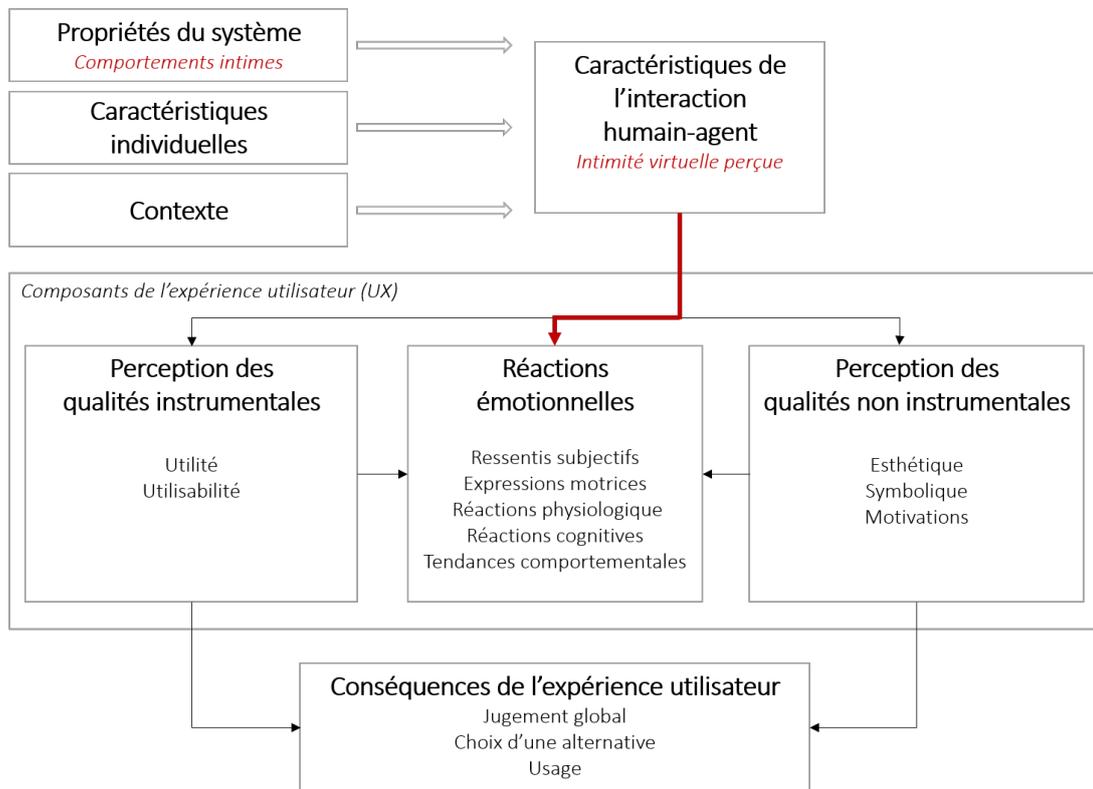


FIGURE 8.16 – Proposition d'une version adaptée aux ACAs du modèle CUE de Mahlke et Thüring (2007).

Nos résultats apportent ainsi un éclairage complémentaire sur la modélisation de l'expérience utilisateur et incitent à de nouvelles explorations dans le but de définir les déterminants de l'expérience utilisateur et les antécédents des réactions émotionnelles. Bien que les relations entre perceptions du système et émotions ont déjà été discutées auparavant dans la littérature (Kim *et al.*, 2003; Porat et Tractinsky, 2012; Mahlke et Lindgaard, 2007), des interrogations persistent lorsque le système concerné s'avère être un ACA capable d'exprimer des comportements socioémotionnels.

C) Limitations de l'étude et perspectives

L'implémentation des comportements intimes chez la conseillère virtuelle pourrait constituer une première limite opérationnelle à nos travaux. Bien que l'implémentation des comportements intimes notre agent se base sur notre modèle d'intimité virtuelle – qui semble validé par l'étude 1 et l'étude 2 dans des interactions observées – et dont le fondement théorique est issu de la littérature, celle-ci reste cependant partiellement empirique. Notamment, la génération automatique des comportements verbaux et non-verbaux de la conseillère est semi-supervisée de manière à ce que ses comportements paraissent naturels et ne soient pas redondants. Par conséquent, pour l'expression d'un même concept intime dans la communication verbale de l'agent, plusieurs comportements non verbaux peuvent être déclenchés (*e.g* plusieurs sourires d'intensité variable). Aussi, une même réponse verbale de la conseillère peut être formulée de plusieurs manières différentes (*e.g* « personnellement », « d'après-moi »).

De plus, nous avons étudié la perception et les comportements des utilisateurs en situation réelle d'échange avec l'agent virtuel telle qu'elle peut naturellement prendre forme dans un office du tourisme, sans délimiter ni diriger l'interaction. De ce fait, chaque interaction avec un touriste différent peut prendre une tournure particulière et unique et tous les participants ne sont donc pas confrontés aux mêmes réponses de la conseillère, ni aux mêmes comportements non-verbaux. Il est ainsi admis dans notre étude que chaque participant a expérimenté un niveau d'intimité différent avec la conseillère touristique, d'une part du fait de ses propres filtres d'interprétation et d'autre part du fait de la variabilité des comportements verbaux et non-verbaux de l'agent virtuel.

Un second aspect méthodologique de notre étude peut aussi être discuté : le choix des participants. Dans notre contexte, nous avons choisi de recruter des touristes entrant spontanément dans l'office du tourisme de Nevers parce que nous souhaitons que les participants aient de réelles motivations à obtenir des informations touristiques et soient dans une démarche de conseil. Toutefois, les

visiteurs de l'office du tourisme que nous avons contacté semblent avoir pour la plupart en commun une méconnaissance et un niveau de familiarité faible, voire même un désintérêt total pour les nouvelles technologies et les agents virtuels. Sans pour autant parler de « technophobie », l'aversion de ces touristes pour les agents virtuels pourrait notamment expliquer le nombre particulièrement important de visiteurs ayant refusé de participer à l'étude. La littérature et les résultats de notre étude 2 démontrent que la perception d'intimité est sujette aux filtres d'interprétation des individus et notamment à l'influence des représentations mentales et des expériences passées. Nous admettons ainsi que le choix d'un public plus familier et enclin à utiliser des technologies numériques constituerait probablement un meilleur candidat pour étudier le phénomène d'intimité virtuelle dans les interactions humain-agent.

En complément, l'investigation dans des contextes d'échange différents et plus variés permettrait de confirmer la répliquabilité de nos observations. En effet, des recherches ont notamment montré que la nature de la relation entre les perceptions du produit et les émotions est particulièrement sensible au contexte d'utilisation perçu (Seo *et al.*, 2016).

Aussi, notre travail s'inscrit dans le cadre théorique de l'expérience utilisateur selon Mahlke et Thüring (2007). Dans leur modèle, les auteurs considèrent les émotions au travers des théories de l'*appraisal* – *i.e.* réévaluation cognitive – (pour une revue de la littérature sur ces théories, se référer à Moors *et al.* (2013)) et s'appuient particulièrement sur le modèle des *processus composants des émotions* de Scherer (2009). Dans ce modèle, les réactions émotionnelles sont définies selon 5 sous dimensions et incluent des ressentis subjectifs, des expressions motrices, des réactions physiologiques, des tendances à l'action et des évaluations cognitives (Scherer, 2009). Bien que, fondamentalement, le modèle théorique CUE intègre ces 5 mêmes dimensions des émotions, l'échelle de mesure MeCue qui en découle ne considère en revanche que les ressentis subjectifs des participants et ne capture donc pas l'essentiel des émotions des utilisateurs.

teurs. Ainsi dans notre étude, seuls les ressentis subjectifs des utilisateurs ont été considérés et ce, à posteriori de l'échange. Pourtant certains auteurs ont rapporté des divergences entre les ressentis immédiats des individus dans une situation donnée et leurs ressentis rétrospectifs (Bruun et Ahm, 2015). D'autres investigations, impliquant des méthodes d'évaluation des émotions plus complètes, sont aujourd'hui nécessaire pour explorer la complexité des émotions des utilisateurs pendant et après l'interaction avec un ACA social.

Aussi, bien que les théories de *l'appraisal* constituent un courant de recherche particulièrement représenté dans la littérature, d'autres conceptualisations des émotions existent et ont été étudiées en lien avec l'expérience utilisateur. Par exemple, Seo *et al.* (2015) ont exploré les émotions dans l'expérience utilisateur en s'appuyant sur la théorie des émotions *valence-arousal-engagement* (*i.e.* valence-activation-motivation). Leurs travaux suggèrent une architecture de l'expérience utilisateur semblable à celle décrite dans le modèle CUE. En supplément, les auteurs rapportent que la valence et l'activation des émotions sont plus sensibles à l'influence des qualités esthétiques du système, alors que la composante motivationnelle des émotions est quant à elle plus impactée par les qualités instrumentales du système. Ces résultats suggèrent donc que les sous-composantes des émotions possèdent des sensibilités propres aux différents aspects de l'interaction. Dans une perspective d'enrichissement, il apparaît alors pertinent de confronter notre proposition d'une version adaptée aux ACAs du modèle d'expérience utilisateur CUE à plusieurs conceptualisations différentes des émotions.

Finalement, l'expérience des utilisateurs est appréhendée dans cette étude à l'égard d'une interaction unique avec notre conseillère virtuelle. Pourtant, le processus d'adoption d'une technologie s'inscrit dans le temps et se construit avec l'usage (Bobillier-Chaumon et Dubois, 2009). De même, la construction d'une relation intime entre deux partenaires n'est possible qu'à travers une succession d'interactions au sein desquelles et entre lesquelles l'intimité s'ins-

taure (Hinde, 1981). L'interaction représente ainsi l'unité de base à partir de laquelle il est possible d'étudier le processus d'intimité (Prager, 1995) mais dans le cadre de notre problématique de recherche, nous aspirons à la construction d'une relation humain-ACA. Dans cette perspective nous proposons d'étudier l'expérience utilisateur avec un ACA intime à plus long-terme dans des interactions répétées : nous proposons d'étudier comment la perception d'intimité d'une part, évolue avec la répétition des interactions, d'autre part, contribue au développement de la relation et enfin, impacte l'expérience des utilisateurs. Pour répondre à ce questionnement de recherche, nous avons envisagé une quatrième étude présentée dans la section suivante.

Ce qu'il faut retenir.

Objectifs. Nous questionnons la capacité de vrais utilisateurs à percevoir l'intimité virtuelle véhiculée par les comportements de notre ACA en situation réelle d'interaction et son influence sur la présence sociale et l'expérience utilisateur. Aussi, nous interrogeons la place des émotions dans le modèle CUE en nous concentrant sur la relation entre la dimension socioémotionnelle de l'interaction et les réactions émotionnelles des utilisateurs.

Matériels. Notre étude a pris place au sein d'un office du tourisme avec de vrais utilisateurs motivés, souhaitant obtenir des informations touristiques, qui ont interagit avec une version intime ou non intime de notre conseillère touristique virtuelle autonome. Notre agent bénéficie d'une expertise touristique et peut, selon la condition expérimentale, exprimer des comportements multimodaux intimes inspirés de notre modèle théorique. Pour mesurer les perceptions des utilisateurs, nous avons utilisé notre échelle VIS pour la perception d'intimité virtuelle, l'échelle Networked Minds (Harms et Biocca, 2004) pour la présence sociale et le questionnaire MeCUE (Lallemand et Koenig, 2017) pour l'expérience utilisateur. Les comportements sociaux des utilisateurs ont également été étudiés sur la base des historiques de conversations.

Résultats principaux. Les utilisateurs sont capables de percevoir l'honnêteté et l'authenticité véhiculés par l'agent intime et adoptent un comportement plus social avec elle (vs. non intime). En revanche, la positivité et la compréhension mutuelle de l'agent intime ne sont pas significativement perçues par les utilisateurs. Globalement, l'agent intime n'influence la présence sociale et l'expérience utilisateur qu'au travers, respectivement, de la coprésence et du statut social des utilisateurs.

Nos résultats suggèrent toutefois que, lorsqu'elle est perçue, l'intimité virtuelle est un prédicteur fort de la présence sociale et de l'expérience utilisateur, notamment des réactions émotionnelles. Dans notre travail, la présence sociale n'apparaît pas comme un médiateur de l'effet de la perception d'intimité. Nous faisons alors l'hypothèse que d'autres mécanismes socioémotionnels spécifiques du processus d'intimité et répondant aux principes de contagion émotionnelle sont impliqués.

Contrairement à ce que prédit le modèle CUE, nous observons un effet direct de la perception d'intimité virtuelle – *i.e.* une caractéristique de l'interaction humain-agent – sur les réactions émotionnelles, en plus d'un effet indirect médié par la perception des qualités de l'agent (d'ailleurs, principalement porté par les qualités instrumentales). L'intimité virtuelle apparaît donc comme une source directe d'émotions chez les utilisateurs et pourrait ainsi constituer un levier social intéressant pour pallier la problématique d'adoption des ACAs en générant une meilleure expérience d'interaction. Ces résultats apportent également une vision complémentaire de la place des émotions dans le modèle CUE de l'expérience utilisateur.

8.3 Étude 4. Temporalité de l'intimité dans la relation humain-agent

Dans l'étude précédente, nous avons étudié la perception de l'intimité virtuelle au sein d'une interaction avec notre conseillère touristique virtuelle sur le terrain. Nos résultats montrent que les participants présentent plus de comportements sociaux avec la conseillère intime qu'avec la conseillère non intime et qu'ils perçoivent son honnêteté et son authenticité. En revanche, nos résultats sont plus mitigés en ce qui concerne les deux autres dimensions de l'intimité virtuelle qui ne sont pas significativement reconnues par les participants. De même, la présence sociale ne semble influencée par les comportements intimes de l'agent qu'à travers la coprésence et l'expérience utilisateur n'est influencée qu'en termes de perception du statut social des participants. Par conséquent, l'intimité virtuelle perçue par les participants au sein d'une interaction unique avec l'ACA intime n'est pas suffisante pour augmenter le sentiment de présence sociale et améliorer considérablement l'expérience des utilisateurs.

Cependant, nos résultats mettent en évidence un impact fort de l'intimité virtuelle sur la présence sociale et l'expérience utilisateur – les réactions émotionnelles notamment – lorsqu'elle est perçue des utilisateurs. Malgré l'absence d'effet significatif de la condition expérimentale intime sur la perception de présence sociale et l'expérience utilisateur, les résultats de l'étude 3 suggèrent tout de même que la perception d'intimité peut représenter un levier pour l'expérience utilisateur et la construction d'une relation humain-ACA. Nos résultats soulèvent également deux interrogations principales : comment renforcer la perception d'intimité virtuelle des participants pour pouvoir observer un effet sur l'expérience utilisateur ? Quel rôle la perception d'intimité virtuelle joue-t-elle dans le processus de construction de la relation humain-ACA ?

L'interaction représente l'unité de base dans laquelle le processus d'intimité s'établit et à travers laquelle son étude est rendue possible (Prager, 1995). Cependant, appréhender une interaction unique pour explorer la construction des relations humaines est insuffisante. En effet, l'intimité répond à des mécanismes dynamiques qui s'inscrivent dans le temps : l'intimité est un processus qui se construit au sein même de l'interaction et au fur et à mesure des interactions successives partagées par une même dyade (Prager, 1995; Reis *et al.*, 1988). Bien que, comme le rapporte Hinde (1981), toutes les interactions de nature intime ne conduisent pas nécessairement à la construction d'une relation à plus long-terme, une relation intime n'existe que si les partenaires partagent successivement et régulièrement des interactions intimes. Par ailleurs, les chercheurs rapportent que l'intimité entre une entreprise et son client suit le même processus de construction que dans les relations amoureuses et fait notamment appel à des interactions positives généralement en rapport avec la consommation (achat, service) (Yim *et al.*, 2008). De plus, l'intimité représente un facteur de la qualité de la relation-client et un déterminant de la durabilité et de la stabilité de cette relation (Fournier, 1998).

En nous inspirant de ce postulat et compte-tenu des contraintes technologiques pouvant potentiellement freiner la communication sociale humain-agent, nous faisons l'hypothèse qu'une interaction unique avec un ACA intime n'est peut-être pas suffisante pour permettre l'émergence d'intimité (au moins de manière perceptible). En situation réelle d'interaction, les comportements intimes d'un ACA nécessitent probablement une fenêtre temporelle plus importante pour être perçus des utilisateurs et contribuer significativement au processus d'intimité humain-agent. Dans la perspective d'une relation humain-ACA, nous pensons qu'il est donc primordial d'explorer comment l'intimité exprimée par un ACA est perçue avec le temps et comment elle contribue à la construction de la relation. A notre connaissance, l'impact de la temporalité dans le processus d'intimité entre humains et agents virtuels n'a pas été abordé dans la litté-

rature. Globalement, la plupart des recherches portant sur les agents virtuels sociaux se concentrent sur une interaction humain-ACA unique et n'interrogent pas particulièrement la dynamique temporelle des perceptions sociales.

Certaines études s'inscrivent toutefois dans une perspective longitudinale et ont exploré l'influence d'une exposition prolongée avec un ACA exprimant des comportements sociaux (Bickmore et Schulman, 2009; Vardoulakis *et al.*, 2012). Dans cette veine, les comportements de self-disclosure ont à nouveau été étudiés pour leur contribution à la construction de la relation. Il existe en effet un cercle vertueux entre les comportements de self-disclosure et l'appréciation de l'autre. Ainsi, plus une personne se confie à nous et plus nous avons tendance à l'aimer; plus nous apprécions une personne et plus nous avons tendance à nous livrer à elle; enfin, plus nous nous confions à l'autre et plus nous l'apprécions (Collins et Miller (1994) d'après Burger (2016)). Ce phénomène a été étudié dans un contexte d'interactions successives sur une période de 2 semaines chez des enfants diabétiques et leur compagnon assistant virtuel (Burger *et al.*, 2016b). Les auteurs n'ont pas observé de corrélation entre le niveau d'intimité des self-disclosures exprimées par l'agent et celles exprimées par l'enfant. En revanche, le nombre de self-disclosures exprimées par l'enfant durant la période d'investigation apparaît comme un prédicteur du sentiment général de rapprochement avec l'agent (*i.e.* relatedness) rapporté par l'enfant dans un questionnaire à la fin de l'expérimentation. En parallèle, Bickmore *et al.* (2010a) ont montré qu'un agent qui raconte des événements passés en adoptant un discours à la première personne – comme s'il s'agissait de son histoire personnelle – a un effet positif sur l'usage du système interactif, comparativement à l'agent adoptant une perspective à la troisième personne. Bien que globalement dans cette étude l'utilisation du système par les participants a montré une tendance à décroître au fur et à mesure du temps, les self-disclosures de l'agent virtuel ont permis de freiner la chute de l'usage.

Ces études suggèrent donc que la construction de la relation humain-ACA et l'adoption du système répondent à une dimension temporelle que nous souhaitons investir dans cette quatrième étude. A cet égard, plusieurs auteurs de la littérature reprochent d'ailleurs aux approches classiques de l'expérience utilisateur d'ignorer la dimension temporelle de l'adoption de la technologie (Bobillier-Chaumon et Dubois, 2009; Barcenilla et Bastien, 2009) : l'acceptation d'un système est un processus qui s'inscrit dans le temps et se construit avec l'usage. Sur la base de ce constat, nous proposons d'étudier l'expérience utilisateur à plus long-terme, à la suite d'interactions répétées avec notre ACA exprimant des comportements intimes.

En conclusion, cette quatrième et dernière étude de ce travail de thèse interroge la dimension temporelle de l'intimité selon deux aspects : d'une part, nous souhaitons étudier comment les comportements intimes d'un ACA sont perçus à plus long-terme après plusieurs interactions successives avec un utilisateur. D'autre part nous souhaitons explorer l'impact de l'intimité virtuelle sur l'expérience utilisateur à long terme et la qualité perçue de la relation avec l'ACA. En outre, nous questionnons la relation qui existe entre la qualité de la relation avec l'ACA et l'expérience vécue par les utilisateurs.

En raison des restrictions sanitaires en lien avec la pandémie de Covid-19, cette dernière étude n'a pas pu être conduite pendant la durée de la thèse. L'expérimentation sera tout de même conduite lorsque la situation sanitaire le permettra. Après avoir exposé nos motivations et notre questionnement théorique, cette section présente la conceptualisation méthodologique et pratique de cette expérimentation ainsi que les hypothèses de recherche que nous formulons à cet égard. Cette section ne présente pas de résultats.

8.3.1 Problématique

L'intimité dans les relations interpersonnelles est un processus dynamique qui se construit au cours du temps (Prager, 1995; Reis *et al.*, 1988; Hinde, 1981). L'intimité dans les relations de services répond aux mêmes mécanismes (Yim *et al.*, 2008) : elle est un gage de la qualité de la relation-client et détermine sa longévité dans le temps (Fournier, 1998). L'originalité de notre dernière étude interactive est d'appréhender la dimension temporelle de l'intimité dans les interactions humain-ACA en condition réelle d'interaction.

L'objectif de l'étude 4 est donc d'une part, d'explorer le processus de perception de l'intimité à plus long terme dans des interactions humain-ACA successives. D'autre part, il s'agit d'étudier comment la perception d'intimité dans des interactions répétées avec un ACA social contribue à la construction d'une relation de qualité et une expérience utilisateur satisfaisante. Enfin, nous interrogeons l'existence d'un lien potentiel entre la qualité de la relation perçue et l'expérience utilisateur.

8.3.2 Matériel et méthode

Dans la continuité de l'étude précédente et dans une démarche d'investigation écologique, l'étude 4 a pour objectif d'apporter un éclairage complémentaire sur la perception de l'intimité virtuelle à long-terme, au travers d'interactions successives avec notre conseillère virtuelle. En parallèle, nous souhaitons également déterminer si l'expression d'intimité virtuelle sur le long-terme a un impact remarquable sur l'expérience des utilisateurs et la qualité de la relation.

Pour répondre à cette problématique, nous avons construit un jeu sérieux autour du tourisme à Nevers. Ce jeu sérieux offre un contexte d'interactions successives avec notre conseillère virtuelle dans un laps de temps plus long (2h), sur le terrain. Cette situation expérimentale nous permet ainsi d'interroger les perceptions des utilisateurs à plusieurs moments différents : après une seule interaction et après plusieurs interactions avec l'agent virtuel.

A) Le jeu sérieux expérimental

Cette étude est conçue comme un jeu sérieux relatif au tourisme à Nevers, qui prend la forme d'un parcours grandeur nature à travers les sites touristiques les plus emblématiques de la ville. Tout au long du jeu, les participants sont amenés à échanger et collaborer avec la conseillère touristique virtuelle pour récolter des indices, pour découvrir des points de rendez-vous et pour répondre à une énigme finale permettant de gagner le jeu. Ce jeu sérieux est l'occasion pour les participants d'entretenir une relation collaborative dans un but commun avec notre conseillère touristique virtuelle.

Parcours. Le parcours du jeu sérieux constitue une boucle en 5 étapes, dont le point de départ et le point d'arrivée se trouvent à l'office du tourisme de Nevers (Figure 8.17). Les autres étapes du jeu se déroulent à l'Espace Bernadette Soubirous, à la Porte du Croix et à la Cathédrale Saint-Cyr Sainte-Julitte. A chaque étape du jeu, la conseillère virtuelle propose une mini-énigme à laquelle

8.3. ÉTUDE 4. TEMPORALITÉ DE L'INTIMITÉ DANS LA RELATION HUMAIN-AGENT

les participants doivent répondre. Chaque bonne réponse renseigne les participants sur le point de rendez-vous de la prochaine étape, où ils doivent alors se rendre. Les participants découvrent un thème à chaque nouvelle étape, qu'ils doivent retenir pour répondre à l'énigme finale lors de la dernière étape.

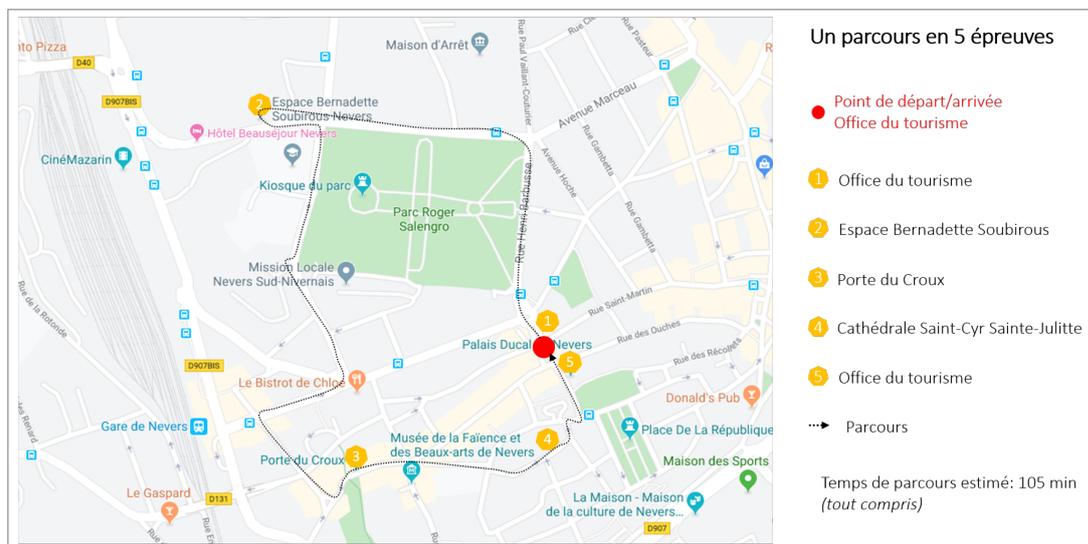


FIGURE 8.17 – Parcours du jeu sérieux expérimental grandeur nature, au coeur de la ville de Nevers.

Structure des étapes. Toutes les étapes ont été imaginées selon une structure commune (Figure 8.18). Dans une premier temps, la conseillère virtuelle demande aux participants de renseigner le thème de l'étape qu'ils ont découvert dans une enveloppe mise à leur disposition sur le lieu de l'étape. Puis, la conseillère énonce la mini-énigme pour cette étape. Les joueurs peuvent au choix, (1) faire une proposition de réponse, (2) demander un indice ou (3) demander à ce que les consignes soient répétées :

(1) Les participants font une proposition. Si la proposition de réponse formulée est correcte, la conseillère touristique valide la réponse. Si la réponse formulée est proche de la réponse attendue, la conseillère donne une précision permettant de trouver la bonne réponse. Si la réponse est erronée, la conseillère en informe les participants et leur suggère de faire une nouvelle proposition. Elle leur rappelle également qu'ils peuvent à tout moment demander un indice.

(2) Les participants demandent un indice. Dans ce cas, la conseillère touristique propose un indice, tiré aléatoirement parmi une liste d'indices prédéfinis. Les participants au cours d'une étape peuvent demander jusqu'à 5 indices. Dès qu'un indice est communiqué aux joueurs, il est retiré de la liste des indices et ne peut pas être communiqué à nouveau. Si après 5 indices les participants ne trouvent pas la réponse correcte et demandent à nouveau un indice, la conseillère virtuelle leur révèle la réponse attendue en précisant le lien avec chacun des indices fournis.

(3) Les participants n'ont pas compris. Dans ce cas, la conseillère rappelle les consignes du jeu puis attend que les participants fassent une proposition ou demandent un indice.

Dans un second temps, lorsque la bonne réponse est communiquée (soit par les participants, soit par la conseillère une fois tous les indices épuisés), la conseillère virtuelle communique aux joueurs le lieu de rendez-vous pour la prochaine étape et les invite à s'y rendre pour poursuivre le jeu. Les participants peuvent alors demander à la conseillère des précisions géographiques s'ils ne connaissent pas l'emplacement du lieu.

La première et la dernière étape du jeu présentent quelques particularités :

La première étape, contrairement aux autres, est précédée par une présentation personnelle de l'agent virtuel (*e.g.* rôle et expertise touristique) ainsi qu'une présentation des consignes et du déroulement du jeu sérieux. Une fois cette introduction faite, la conseillère virtuelle énonce la première mini-énigme.

Lors de la dernière étape, les participants doivent énoncer les 3 thèmes découverts au cours du jeu. La conseillère révèle alors aux participants que ces 3 thèmes sont en réalité 3 indices à leur disposition pour résoudre l'énigme finale. La conseillère virtuelle communique ensuite aux joueurs l'énigme finale. Cette énigme finale se compose de 3 énoncés ayant un lien avec le nom d'un personnage célèbre, en l'occurrence, Charlemagne. Les participants peuvent alors faire des propositions de réponses et à nouveau, ils ont la possibilité de

8.3. ÉTUDE 4. TEMPORALITÉ DE L'INTIMITÉ DANS LA RELATION HUMAIN-AGENT

demander des indices. Pour cette dernière étape, seuls trois indices de difficulté décroissante, peuvent être successivement proposés. Les indices les plus faciles doivent permettre à tous les participants de trouver la bonne réponse et de gagner le jeu. Dans le cas contraire, les participants sont autorisés à utiliser leur téléphone portable pour trouver la réponse, afin que l'issue du jeu soit la même pour tous les joueurs.

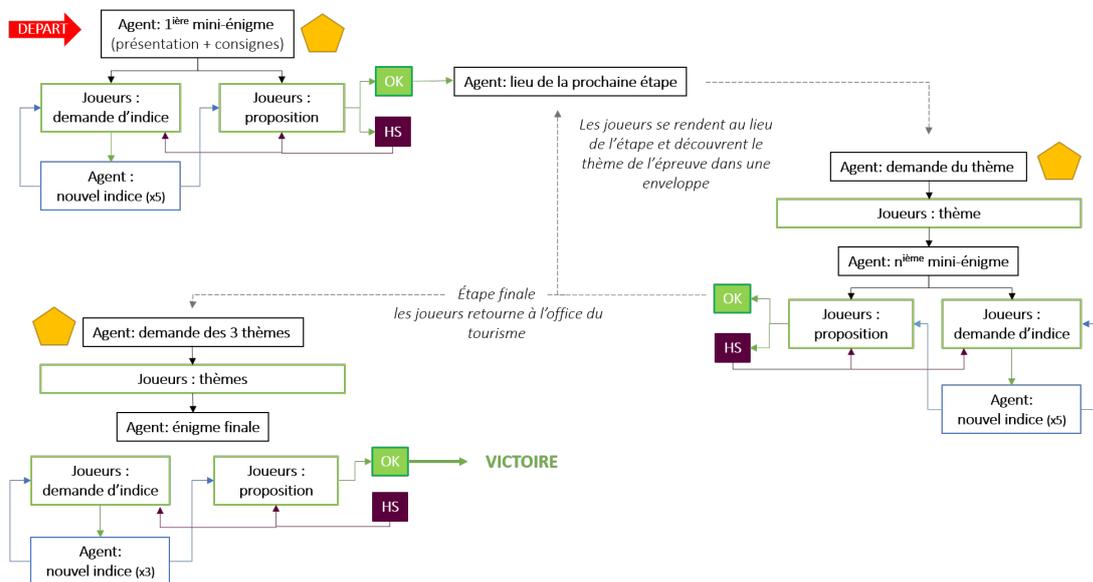


FIGURE 8.18 – Structure en 5 étapes du scénario du jeu sérieux expérimental.

B) Design et conditions expérimentales

Dans cette quatrième expérimentation nous manipulons une variable indépendante inter-sujets, l'*Expression d'intimité* (intime, non intime) chez la conseillère virtuelle.

Une seconde variable indépendante intra-sujets, le *temps* est également appréhendée : nous interrogeons les perceptions et comportements des participants après la première interaction avec l'agent (condition initiale) et après la dernière interaction avec l'agent (condition post-interaction).

Dans la condition *non intime*, la conseillère virtuelle n'exprime aucun comportement d'intimité au cours du jeu sérieux et sa communication verbale et non-verbale est exclusivement associée à sa fonction métier, ici son rôle de conseillère virtuelle et de maître du jeu.

Dans la condition *intime* en revanche, la conseillère virtuelle exprime des comportements verbaux et non verbaux intimes au cours du jeu, en plus de la communication liée à sa fonction métier. Ces comportements sont implémentés selon le même mode opératoire que dans l'étude 3 et répondent aux mêmes fondements théoriques. Afin de reproduire l'évolution d'une relation, le niveau d'intimité exprimé par la conseillère virtuelle est croissant au fur et à mesure des étapes :

L'agent virtuel n'exprime pas de comportements intimes dans la première étape du jeu (identique à la condition *non intime*).

L'agent exprime des comportements intimes d'intensité faible/modérée dans les étapes 2 et 3. Ces comportements sont identiques à ceux implémentés dans l'étude 3.

L'agent exprime des comportements intimes d'intensité modérée/forte dans les étapes 4 et 5 du jeu.

Comportements verbaux. Quelle que soit la condition expérimentale, la conseillère virtuelle apporte une réponse « métier » aux participants, relative à son rôle de maître du jeu et de conseillère touristique. Les réponses verbales de la conseillère sont rédigées au préalable et s'appuient sur des informations touristiques et des faits historiques.

Dans la condition *non intime*, la conseillère virtuelle répond aux joueurs de manière factuelle et concise. En réponse à une proposition des participants, elle peut par exemple dire : « Vous êtes proches de la réponse. Vous devez trouver un lieu historique et architectural typique de Nevers, qui servait à la fois de défense et pour le commerce à l'époque médiévale. Vous avez le droit d'utiliser votre téléphone. Vous pouvez aussi demander un indice en cas de besoin ».

En complément dans la condition *intime*, la conseillère virtuelle exprime des indices d'intimité dans son discours. De même que pour l'étude 3, ces comportements verbaux intimes sont associés à l'expression d'honnêteté, – *i.e.* exprimer une self-disclosure, une opinion personnelle, révéler ses faiblesses –, impliquent de la positivité – *i.e.* exprimer son enthousiasme, des ressentis positifs, faire preuve d'investissement, proposer des recommandations personnelles, utiliser un style d'écriture à la lière personne – et permettent également d'attester d'une compréhension mutuelle – *e.i.* faire preuve de considération, être rassurant, compréhensif, témoigner de son soutien –. Ainsi, à la proposition des participants mentionnées précédemment, l'agent intime peut répondre : « *Bravo*⁽¹⁾, vous êtes proches de la réponse. Vous devez trouver un lieu historique et architectural typique de Nevers et *je vous disais*⁽²⁾ qu'il servait à la fois de défense et pour le commerce à l'époque médiévale. *Je suis sûre*⁽³⁾ que *vous allez trouver!*⁽⁴⁾ *Je pense*⁽³⁾ que ça pourrait vous aider alors *si vous ne connaissez pas le nom*⁽⁵⁾, vous avez le droit d'utiliser votre téléphone. *Je vous propose*⁽²⁾ aussi de me demander un indice en cas de besoin. » Dans cet exemple, la conseillère intime, en plus de fournir une réponse « métier », exprime (1) son enthousiasme, (2) utilise une formulation de phrase à la 1ère

personne, (3) partage son opinion, (4) est rassurante et (5) considère les participants et prend en compte leur situation.

Le nombre et la nature des indices d'intimité intégrés dans le contenu verbal dépendent de l'étape du jeu. En effet, dans le but de reconstituer l'évolution de la relation joueurs-conseillère et lui donner un aspect « constructif », nous avons choisi de faire croître l'intimité exprimée par la conseillère virtuelle au fur et à mesure des étapes du jeu. Ainsi, la première étape du jeu est commune aux 2 conditions expérimentales et ne comporte aucun indice d'intimité. Les étapes 2 et 3 sont marquées par une intimité faible/modérée alors que les étapes 4 et 5 sont marquées par une intimité modérée/forte. La différence entre l'expression d'une intimité faible/modérée et d'une intimité modérée/forte porte sur 6 points principaux :

(1) le nombre d'indices (toutes dimensions confondues) est en moyenne supérieur dans les réponses de la conseillère intime associées aux étapes 4 et 5.

(2) la répartition des indices entre les 3 dimensions de l'intimité virtuelle est différente et comporte plus d'indices associés à l'expression d'honnêteté et d'authenticité dans les réponses de la conseillère intime associées aux étapes 4 et 5.

(3) les self-disclosures de la conseillère sont d'intensité modérée à forte dans les étapes 4 et 5, contre faible à modérée dans les étapes 2 et 3 (inspirés des travaux de Burger *et al.* (2016a)).

(4) les indices d'expression de l'enthousiasme et des ressentis positifs sont plus intenses dans les étapes 4 et 5.

(5) les marques de considération et de réassurance des participants sont plus intenses chez la conseillère intime dans les étapes 4 et 5.

(6) l'usage du tutoiement est employé pour manifester une intimité modérée/forte dans les étapes 4 et 5.

Aussi et tout comme dans l'étude 3, pour chaque réponse de l'agent (quel que soit le niveau d'intimité exprimé), plusieurs indices d'intimité sont intégrés dans le contenu verbal et reflètent l'honnêteté et authenticité, les ressentis positifs et/ou la compréhension mutuelle. Afin de conserver un scénario crédible et naturel, l'introduction des indices d'intimité est pensée de manière indépendante pour chacune des réponses de la conseillère, en prenant en compte la thématique abordée et le contenu « métier » de celle-ci. Bien que globalement, nous avons respecté une distribution similaire du nombre d'indices associés respectivement à chacune des trois dimensions de l'intimité virtuelle entre les différentes réponses d'une même étape, l'issue de chaque interaction peut sensiblement varier en fonction des connaissances et des propositions des participants : par conséquent, tous les participants peuvent ne pas être confrontés exactement au même nombre d'indices d'intimité. Enfin, plusieurs actes locutoires peuvent évoquer une même dimension.

Comportements non-verbaux. La condition *non intime* est strictement la même que celle décrite dans la section B) de l'étude 3. Le contenu verbal de la conseillère ne comptant aucun concept d'intimité déclencheur, les comportements non-verbaux de la conseillère sont uniquement générés par le module d'animation basale (dont le détails est disponible dans la Section 8.1). Pour rappel, le module d'animation basale permet de conférer à la conseillère virtuelle un ensemble de gestuelles communicatives (*e.g.* descriptives, explicatives) ainsi qu'un comportement de regard semi-aléatoire et une expression faciale ne véhiculant à priori aucune émotion.

Dans la condition *intime*, les réponses de l'agent virtuel comportent des concepts d'intimité déclencheurs de comportements intimes non-verbaux. Ces concepts (*e.g.* « Soi »), une fois détectés par le moteur d'animation, déclenchent chez la conseillère virtuelle l'expression d'un comportement multimodale qui inclue au maximum la combinaison d'une gestuelle (*e.g.* gestuelle orientée vers

soi), d'un mouvement de tête (*e.g.* inclinaison de tête de type « head tilt » ou « head nod »), d'un comportement de regard (*e.g.* orienté vers l'utilisateur) et d'une expression faciale (*e.g.* sourire).

Dans cette étude, 2 dictionnaires de conversion des concepts déclencheurs ont été construits. Les concepts définis dans ces 2 dictionnaires sont identiques aux concepts définis dans l'étude 3 et seuls les actes locutoires ou les animations associées varient :

Un premier dictionnaire associé à l'expression d'intimité faible/modérée est inspiré de celui utilisé pour l'étude 3. Les animations associées à chaque concept déclencheur sont conservées à l'identique et seuls les actes locutoires déclenchant les concepts sont ajustés pour correspondre au contenu verbal des réponses de la conseillère virtuelle dans les étapes 2 et 3. La description de ce dictionnaire de conversation est disponible dans l'annexe B.1.

Un second dictionnaire a été créé pour permettre l'expression par la conseillère virtuelle d'une intimité modérée à forte dans les étapes 4 et 5 du jeu. Ce dictionnaire comporte les mêmes concepts déclencheurs que précédemment et les actes locutoires sont ajustés pour correspondre au contenu verbal des réponses de la conseillère virtuelle dans les étapes 4 et 5. En revanche, les animations associées à ces concepts sont différentes et ont pour objectif de véhiculer une intimité de plus haute intensité. Les modifications apportées à ce second dictionnaire répondent aux règles suivantes :

(1) les expressions faciales sont intensifiées en nature et en fréquence. Les petits sourires et les haussement de sourcils sont par exemple remplacés par des sourires plus grands et/ou avec la bouche ouverte. Aussi, la fréquence d'apparition des sourires les plus intenses est augmentée en comparaison des sourires moins intenses pour un même concept déclencheur.

(2) les mouvements de tête sont intensifiés en durée et en amplitude.

(3) les gestuelles sont intensifiées. La listes des animations possibles pour un même concept est restreinte aux gestuelles de plus grande amplitude ou orientées vers une cible spécifique (soi ou l'interlocuteur).

(4) les animations associées à des self-disclosures d'intimité modérée à forte sont plus fréquemment combinées avec des comportements d'aversion du regard et des mouvements head tilts (inspiré des travaux de Kang *et al.* (2012)).

(5) la durée des regards orientés vers l'interlocuteur est supérieure.

Il est à noter que, tout comme dans l'étude 3, en l'absence de concepts d'intimité déclencheurs dans le contenu verbale de l'agent, celle-ci est automatiquement animée par le module d'animation basale. Dans cette étude, l'étape 1 du jeu est donc exclusivement gérée par le module d'animation basale, quelle que soit la condition expérimentale (l'étape 1 ne comporte aucun concept d'intimité dans les 2 conditions).

C) Procédure

Cette expérimentation de terrain est prévue dans le centre ville de Nevers et plus particulièrement au sein de l'office du tourisme, aux abords de l'Espace Bernadette Soubirous, de la Porte du Croux et de la Cathédrale Saint-Cyr et Sainte-Julitte. L'expérimentation prend la forme d'un jeu sérieux expérimental autour du digital et du tourisme et s'adresse à un public étudiant. Nous prévoyons de recruter des étudiants de 1ère et 2ème année de l'ISAT - École d'ingénieurs automobile, aéronautique et transports. Une première présentation de l'expérimentation précisant aux étudiants les objectifs de recherche et le déroulé du jeu a déjà été animée au sein de l'école. Une deuxième présentation est envisagée lorsque la situation le permettra. Cette présentation est l'occasion de mettre à disposition un formulaire d'inscription pour les étudiants volontaires qui souhaitent participer à l'expérience. Lors de cette présentation, il sera précisé aux participants que notre expérimentation se joue en binôme et qu'ils peuvent communiquer le nom d'un(e) partenaire lors de leur inscrip-

tion. A défaut, ils seront informés qu'un(e) partenaire leur sera attribué(e) en fonction des disponibilités de chacun(e).

Les participants volontaires seront informés d'une date de passation expérimentale et un rendez-vous leur sera communiqué avec comme lieu d'accueil l'office du tourisme.

Le jour de la passation expérimentale, il est prévu que les participants soient accueillis en binôme au sein de l'office du tourisme par un membre de l'équipe de recherche (nommé « l'expérimentateur »). La description générale de l'expérience leur est rappelée et chaque participant doit remplir et signer un consentement éclairé de participation. Chaque binôme se voit attribuer un numéro unique de manière incrémentale puis est orienté vers la borne interactive décrite dans l'étude 3 (Section 8.2) par l'expérimentateur. Les consignes du jeu sérieux ainsi que le périmètre d'expertise de la conseillère virtuelle et le fonctionnement général de la borne interactive est également précisés aux participants.

Une fois ces pré-requis effectués, le jeu sérieux expérimental peut alors commencer :

Étape 1. L'expérimentateur initialise une nouvelle session expérimentale associée à l'étape 1 sur la borne interactive, en renseignant le numéro unique attribué préalablement au binôme. Ce numéro unique est renseigné à chaque étape du jeu afin de conserver un historique des différentes interactions pour chaque binôme. Une fois la session initialisée, la conseillère virtuelle apparaît à l'écran selon les mêmes modalités que dans l'étude 3. L'expérimentateur s'éloigne pendant la durée de l'interaction afin que les participants ne soient pas sous l'effet d'une biais de jugement de l'expérimentateur. L'expérimentateur reste tout de même à disposition des participants en cas de problèmes ou d'interrogations.

Pendant l'interaction, les participants sont amenés à suivre le scénario d'in-

teraction et à répondre à la première mini-énigme proposée par la conseillère virtuelle. En plus de tenir le rôle de maître du jeu, la conseillère virtuelle a un rôle de soutien pour les participants qui peuvent lui demander des indices et des indications. Les deux membres du binôme peuvent communiquer avec l'agent en langage naturel, à l'oral ou à l'aide du clavier tactile. Une fois la réponse à la mini-énigme découverte, les participants sont invités à se rendre au prochain point de rendez-vous pour la prochaine étape tandis que l'expérimentateur clôture la session expérimentale du binôme.

Toutefois avant de s'y rendre, les participants doivent remplir un premier questionnaire perceptif (nommé « questionnaire initial ») à l'issue de la première interaction. Ce questionnaire, décrit en détails dans la section D), comporte notre échelle de mesure de l'intimité virtuelle ainsi que le questionnaire MeCUE d'expérience utilisateur et une échelle de mesure de la qualité de la relation développée pour l'étude. Un support mobile (ordinateur ou tablette) est mis à disposition de chaque participant pour remplir le questionnaire. Pendant la durée de complétion (estimée à 15min) les participants sont seuls. Chaque participant d'un même binôme renseigne donc sa propre perception de l'expérience d'interaction avec la conseillère virtuelle. Une fois le questionnaire rempli pour les deux membres du binôme, ceux-ci sont invités à se rendre sur le lieu touristique de l'étape 2.

Étapes suivantes. Pour chaque nouvelle étape, un expérimentateur différent attend les participants sur le lieu de de l'étape et remet à chaque binôme une enveloppe contenant le nom du thème de l'épreuve. En parallèle, l'expérimentateur initialise une nouvelle session expérimentale sur le dispositif virtuel mobile, en renseignant le numéro unique du binôme. Les participants peuvent alors échanger avec la conseillère virtuelle selon les mêmes modalités que précédemment, pour découvrir la mini-énigme associée à chaque étape. Pendant chaque interaction, l'expérimentateur se tient à distance. Une fois la solution

de la mini-énigme trouvée, les participants peuvent quitter le lieu de l'étape pour se rendre à celui de l'étape suivante. L'expérimentateur clôture la session expérimentale après chaque passage d'un binôme et prépare le dispositif pour l'arrivée d'un autre binôme.

Étape finale. Le parcours envisagé prend la forme d'une boucle et la dernière étape du jeu se déroule donc à nouveau dans les locaux de l'office du tourisme. Un expérimentateur attend les participants sur place et initialise une nouvelle session expérimentale sur la borne interactive, toujours en renseignant le numéro unique du binôme. Les participants peuvent alors échanger pour la dernière fois avec la conseillère virtuelle dans le but de résoudre l'énigme finale et de gagner le jeu. Le scénario est prévu de telle sorte que tous les participants soient capables de résoudre l'énigme et gagnent le jeu. Une fois la victoire des participants obtenue, l'expérimentateur peut clôturer la session expérimentale. A l'issue de cette dernière interaction, les participants sont invités à remplir un second questionnaire perceptif post-interactions. Ce questionnaire, identique au premier, évalue les perceptions de chaque participant en matière d'intimité virtuelle, d'expérience utilisateur et de qualité de la relation après 5 interactions successives au cours d'une demi-journée de jeu. Nous estimons la durée totale du jeu entre 2h-2h30 selon les binômes.

Pour terminer, les participants sont remerciés pour leur participation et un souvenir leur est offert (*e.g.* batterie de secours pour smartphone, gourde). Les détails de l'expérimentation leur sont révélés et les participants peuvent alors poser des questions ou émettre des remarques sur nos recherches et le déroulé du jeu.

D) Mesures

Tout comme dans l'étude précédente, deux types de mesures sont recueillies auprès des participants : des mesures comportementales relatives aux comportements de l'utilisateur et à la performance de la conseillère virtuelle pendant l'interaction et des mesures subjectives portant sur la perception de l'utilisateur.

Les mesures objectives sont recueillies à partir des historiques de conversations entre le binôme et la conseillère virtuelle à chaque étape du jeu. Dans cette étude, nous nous intéressons principalement au nombre de questions des participants revêtant un caractère social (*e.g.* portant sur des informations personnelles de l'agent) ou comportant des marqueurs sociaux (*e.g.* salutation, remerciement, compliments). Nous nous intéressons également aux performances de compréhension de la conseillère virtuelle en rapportant le pourcentage d'échec de compréhension : ce taux s'appuie sur le nombre de questions incomprises par l'agent (*i.e.* formulation du participant incomprise par l'agent, absence de réponse dans la base de connaissances de l'agent) et le nombre de questions ambiguës (*i.e.* ambiguïté de la question conduisant à une incapacité de l'agent à choisir entre plusieurs réponses possibles).

Les mesures subjectives sont recueillies à travers le questionnaire initial et le questionnaire post-interactions. Ces 2 questionnaires seront respectivement administrés après la première et la cinquième (dernière) interaction avec la conseillère virtuelle. Ils comportent trois sections portant sur la perception de l'intimité virtuelle, l'expérience utilisateur et la qualité perçue de la relation avec l'ACA. Les mesures relatives à la perception de l'intimité virtuelle et à l'expérience utilisateur sont les mêmes que dans l'étude précédente et sont décrites en détails dans la section D) de l'étude 3.

En complément, la perception de la qualité perçue de la relation est mesurée à l'aide d'une échelle de mesure que nous avons spécifiquement développée pour cette étude et qui s'inspire de 2 échelles de mesure existantes : une échelle de la relation client (Hendrick, 1988) et une échelle générique de satisfaction de la relation (Reynolds et Beatty, 1999). Notre échelle de la qualité perçue de la relation avec un ACA évalue la nature (3 items) et la qualité émotionnelle de la relation (4 items) ainsi que les bénéfices (6 items) et la satisfaction (1 item) apportés par la relation. Les participants disposent d'une échelle de Likert (7 points) pour répondre à chacun des items. Notre échelle comprend un item supplémentaire correspondant au jugement global de la qualité de la relation (0 à 100%). Cette échelle est présentée dans l'annexe A.7.

Pour finir, nous souhaitons recueillir les informations démographiques des participants (*e.g.* genre, âge, profession) ainsi que leur degré de familiarité avec les agents virtuels.

E) Hypothèses

En préambule, nous nous intéressons aux données portant sur les caractéristiques de l'interaction.

H0a. Bien que notre précédente étude n'a pas montré de relation entre les performances de compréhension de la conseillère virtuelle et l'expérience utilisateur, nous pensons que cet effet est susceptible d'émerger à plus long-terme. Ainsi nous faisons l'hypothèse que les performances de compréhension de la conseillère sont corrélées à la perception de l'expérience utilisateur post-interactions.

H0b. En adéquation avec les résultats obtenus dans l'étude 3, nous pensons que les participants sont sensibles à l'intimité virtuelle exprimée par la conseillère. Ainsi nous faisons l'hypothèse que le nombre de réactions sociales de la part des participants sur l'ensemble des 5 interactions est supérieur dans la condition intime comparativement à la condition non intime.

H0c. En complément, nous faisons l'hypothèse que le nombre de réactions sociales des participants est corrélé au niveau d'intimité (aucun, faible/modérée, modérée/forte) exprimé par la conseillère virtuelle dans la condition intime.

Dans cette étude, nous nous intéressons également à l'influence de notre variable indépendante, *i.e.* l'expression d'intimité virtuelle chez la conseillère sur les perceptions subjectives des participants à court et à plus long-terme.

H1. Les résultats de l'étude 3 montrent que la perception d'honnêteté et d'authenticité chez la conseillère est largement perçue par les participants, contrairement aux deux autres dimensions de l'intimité virtuelle (positivité et compréhension mutuelle). Cependant, nous pensons que l'expression d'intimité répétée sur plusieurs interactions est susceptible d'être mieux reconnue par les participants. Nous faisons alors l'hypothèse que la perception d'intimité

virtuelle post-interactions est supérieure dans la condition intime, comparativement à la condition non intime. Nous faisons également l'hypothèse que cet effet est d'autant plus prononcé pour le facteur F1 honnêteté et authenticité que pour les facteurs F2 et F3.

H2. Les résultats de nos études 1 et 2 montrent que la longueur de l'interaction a une influence directe sur la perception d'intimité. Bien que cet effet n'est pas vérifié dans notre étude 3, nous faisons l'hypothèse dans cette étude que la perception d'intimité initiale et post-interactions est significativement différente et ceux, dans les 2 conditions expérimentales. Nous faisons aussi l'hypothèse que cette différence est plus prononcée dans la condition intime, comparativement à la condition non-intime.

H3. Nous pensons que l'expression de comportements intimes chez l'agent dans des interactions répétées est susceptible d'impacter significativement l'expérience utilisateur. Nous faisons alors l'hypothèse que l'expérience utilisateur post-interactions et plus particulièrement le module 2 Émotions, sont renforcés dans la condition intime, comparativement à la condition non-intime.

H4. Nos précédents travaux semblent montrer que la longueur de l'interaction est corrélée aux émotions négatives des utilisateurs, mais que l'expression d'intimité chez l'agent semble permettre de s'en prémunir. Ainsi, nous faisons l'hypothèse que la perception de l'expérience utilisateur post-interaction sera globalement diminuée par rapport à l'expérience utilisateur initiale, dans la condition non intime. Alors que l'expérience utilisateur post-interactions sera améliorée par rapport à l'expérience utilisateur initiale, dans la condition intime.

H5. D'après la littérature, la succession des interactions au cours du temps contribue à la construction de la relation Hinde (1981). Ainsi nous faisons

l'hypothèse que la qualité perçue de la relation post-interactions est supérieure à la qualité perçue de la relation initiale. Nous faisons aussi l'hypothèse que cet effet est particulièrement marqué en ce qui concerne la nature de la relation.

H6. De plus, nous pensons que l'expression d'intimité a une influence sur la construction de la relation. Ainsi, nous faisons l'hypothèse que la qualité perçue de la relation post-interactions et plus particulièrement la qualité émotionnelle et les bénéfices de la relation, est supérieure dans la condition intime, comparativement à la condition non intime.

H7. Nous pensons également confirmer dans cette étude la relation observée entre la perception d'intimité virtuelle et l'expérience utilisateur, plus particulièrement les réactions émotionnelles des utilisateurs.

H7. En complément, nous faisons l'hypothèse que la perception de l'intimité virtuelle induit une meilleure perception de la qualité de la relation et plus particulièrement de la qualité émotionnelle et des bénéfices de la relation.

H8. Enfin, nous faisons l'hypothèse qu'il existe une relation positive entre l'expérience utilisateur et la qualité perçue de la relation.

Cette étude n'a pas pu être conduite pendant la durée de la thèse à cause de la situation sanitaire en réponse à la pandémie de Covid-19. Aucun résultat n'est donc présenté et discuté dans cette section. Cette quatrième étude représente l'une de nos principales perspectives de recherche et contribuerait à une meilleure compréhension du processus de construction d'une relation humain-agent en interrogeant les comportements, les perceptions et les ressentis d'utilisateurs amenées à échange régulièrement avec un ACA.

Dans la troisième partie de ce manuscrit de thèse, nous proposons une discussion synthétique de nos résultats et nous abordons les perspectives de recherches académiques et industrielles de ce travail.

Troisième partie

Discussion Générale

Chapitre 9

Retours sur les contributions scientifiques de la thèse

Ce travail de thèse a pour ambition d'apporter un éclairage pluridisciplinaire à la problématique d'adoption des ACAs. Animée par la volonté de renforcer leurs compétences sociales dans le but de répondre davantage aux besoins et attentes sociales des utilisateurs et de satisfaire ainsi la relation client, j'ai choisi de concentrer mes recherches sur l'intimité et le moyen d'en faire bénéficier les ACAs. Pour cela, nous avons dans un premier temps proposé un modèle théorique d'intimité virtuelle dédié aux interactions humain-agent, inspiré de la littérature en psychologie des relations interpersonnelles. Ce modèle propose d'exprimer et de percevoir l'intimité selon 3 composantes majeures : l'honnêteté et l'authenticité, la positivité, la compréhension mutuelle. Nous avons par la suite obtenus des éléments de preuve en faveur de la validité de notre modèle dans une série d'études adoptant une approche perceptive. Nos deux premières études explorent ainsi la perception d'intimité virtuelle chez des observateurs externes confrontés à des vidéos d'interactions impliquant un ACA capable d'exprimer des comportements multimodaux intimes, opérationnalisés selon notre modèle théorique. Ces études ont contribué à une meilleure compréhension du processus de perception de l'intimité dans les interactions humain-ACA,

des divergences et convergences par rapport aux processus d'intimité dans les interactions humaines, des facteurs qui influencent spécifiquement l'intimité virtuelle et enfin des mécanismes socioperceptifs et attentionnels sous-jacents.

Dans un second temps, nous avons proposé d'explorer la perception d'intimité en adoptant une approche interactive, basée sur la perception des utilisateurs en situation réelle et écologique d'interaction avec un ACA autonome, expert du tourisme et capable d'exprimer des comportements verbaux et non verbaux intimes. Deux études interactives sur le terrain ont été envisagées pour explorer la perception d'intimité chez de vrais utilisateurs. La première étude a pu être menée à bien et apporte une contribution effective pour répondre à notre problématique. Elle montre qu'en situation réelle d'interaction, l'opérationnalisation des comportements intimes chez l'ACA et la perception d'intimité chez les utilisateurs est plus délicate. Cette étude a tout de même confirmé l'intérêt de l'intimité dans la perspective d'une meilleure expérience utilisateur et apporte un éclairage nouveau quant à la place des émotions dans le modèle d'expérience utilisateur CUE proposé par Mahlke et Thüring (2007). La seconde étude a pour objet d'étudier l'impact de la perception d'intimité sur l'expérience utilisateur et la construction de la relation, avec une vision à plus long terme dans des interactions répétées avec l'ACA. Elle n'a pas pu être conduite pendant la thèse mais tous les éléments sont en place pour la mener à bien dès que la situation sanitaire le permettra.

Les résultats de nos études sont encourageants et désignent l'intimité virtuelle comme une compétence sociale adaptée aux ACAs et un levier sérieux dans la perspective d'une meilleure expérience des utilisateurs et la construction d'une relation-client satisfaisante.

Dans ce chapitre, nous proposons de revenir sur les différentes contributions scientifiques apportées par nos expérimentations et de discuter les résultats dans leur ensemble au regard de notre problématique générale.

9.1 Intimité virtuelle dans les interactions humain-agent

9.1.1 Un modèle d'intimité virtuelle approprié aux ACAs

Un premier travail de recherche bibliographique en psychologie des relations interpersonnelles nous a permis d'élaborer un modèle théorique de l'intimité virtuelle, inspiré des relations humaines (Prager, 2000; Morton, 1978; Argyle et Dean, 1965; Laurenceau *et al.*, 2005; Reis *et al.*, 1988) et adapté aux spécificités des interactions impliquant un ACA. Ce modèle décrit l'intimité virtuelle comme un processus d'expression-perception impliquant 3 composantes majeures : l'honnêteté et l'authenticité, la positivité, la compréhension mutuelle. Notre modèle d'intimité virtuelle a été développé dans une démarche de conception d'un ACA social capable d'exprimer des comportements intimes et d'être perçu comme un acteur social. Ainsi dans ce travail de thèse, nous nous sommes concentrés sur l'expression de comportements intimes de la part de l'ACA et la perception des comportements intimes de la part de l'humain. Naturellement, le processus d'intimité est un processus réciproque qui demande également de considérer l'expression de comportements intimes chez l'utilisateur et la perception de ces comportements par l'ACA. Dans nos études, chacune des dimensions de l'intimité virtuelle a été associée à un ensemble de comportements verbaux et non verbaux décrits dans la littérature pour véhiculer de l'intimité.

L'approche perceptive de l'intimité que nous proposons dans une première étape de notre travail nous nous permet de confirmer la validité de notre modèle théorique. Nous avons ainsi constaté que d'un point de vue externe, les comportements de l'agent virtuel pendant l'interaction avec un interlocuteur humain sont largement reconnus et associés à l'expression d'intimité. Par conséquent, la perception d'intimité chez un ACA semble dépendre des mêmes signaux sociaux que ceux impliqués dans la perception de l'intimité interpersonnelle.

Ce premier élément est encourageant pour la conception d'agents virtuels intimes et plus largement d'agents virtuels émotionnels et sociaux. D'une part, il laisse penser que nous avons dans notre propre communication, tous les ingrédients nécessaires pour doter les ACAs de compétences sociales et d'autre part, qu'il existe un lieu commun pour la perception d'intimité chez les humains et les agents. Nous avons ainsi constaté que l'expression de comportements intimes sensiblement comparables entre notre conseillère virtuelle et la conseillère humaine génère chez les participants une perception d'intimité similaire. Plusieurs auteurs ont rapporté d'une part des activations cérébrales similaires dans le traitement des affects humains et artificiels et d'autre part, des activations spécifiquement associées aux affects exprimés par des agents virtuels (de Borst *et al.*, 2018; de Borst et de Gelder, 2015; Moser *et al.*, 2007). En revanche concernant la perception consciente de l'intimité virtuelle, nos travaux ne montrent pas de différence selon que les comportements intimes sont exprimés par un agent ou par un humain.

D'un point de vue applicatif, ce modèle d'intimité virtuelle semble tout aussi approprié aux ACAs experts qui bénéficient d'une fonction métier et pour lesquels les compétences sociales doivent venir en complément des compétences professionnelles. Ces agents experts, et notamment ceux développés par la société DAVI, ont pour mission de renseigner, d'accompagner et de conseiller les utilisateurs. La plupart de ces agents communiquent donc des informations qui doivent être utiles et intelligibles pour les utilisateurs. Il est donc important de s'assurer que les compétences sociales de l'agent expert ne viennent pas brouiller son message ou interférer avec la compréhension de l'utilisateur et au contraire, qu'elles lui apportent une réelle plus-value. La réponse aux besoins sociaux de l'utilisateur ne doit pas se faire au détriment des besoins utilitaires qui ont conduit l'utilisateur à consulter l'agent expert.

Dans cette perspective, les résultats de nos études perceptives sont encourageants puisqu'ils attestent que les comportements sociaux de notre conseillère virtuelle n'ont pas perturbé la mémorisation des informations touristiques, mais qu'ils ont entraîné chez les utilisateurs une meilleure mémorisation des comportements non-verbaux de la conseillère virtuelle. D'après la théorie de la réponse émotionnelle, qui a déjà été étudiée chez un tuteur virtuel (Liew *et al.*, 2017), les comportements sociaux de l'agent potentialisent les fonctions cognitives et l'apprentissage des individus en induisant chez eux des émotions positives. A cet égard, les auteurs proposent que les signaux sociaux véhiculés par leur tuteur virtuel soient traités par les participants comme des informations primaires et non comme des informations nouvelles sources d'une surcharge cognitive, comme le prévoit la théorie de la charge cognitive (Sweller, 2011). Nos observations nous incitent ainsi à penser que les comportements intimes véhiculés par notre conseillère touristique virtuelle sont, eux-aussi, considérés comme des informations primaires, déjà rencontrées lors de traitements socioperceptifs antérieurs et qui ne nécessitent pas de ressources cognitives conséquentes. D'après nous, ces résultats pourraient plus globalement supposer que le processus de la perception d'intimité dans les interactions humain-agent est un processus commun chez l'être humain qui nécessite des ressources attentionnelles mais qui ne représente pas un sur-coût cognitif pour l'individu. L'attention des utilisateurs apparaît ici comme un médiateur du processus perceptif, qui, potentialisé, permettrait de renforcer la perception d'intimité virtuelle.

En nous appuyant sur notre modèle d'intimité virtuelle, notre conseillère virtuelle est donc capable d'induire de l'intimité chez les participants – similaire à ce qu'ils pourraient ressentir chez une conseillère humaine – tout en conservant sa fonction professionnelle et en délivrant un contenu informatif pour les utilisateurs. Notre modèle d'intimité semble donc approprié pour renforcer la dimension sociale de l'interaction humain-agent dans un contexte professionnel et tendre vers une relation-client digitale satisfaisante pour les utilisateurs.

9.1.2 Un modèle d'intimité virtuelle complexe

A) Composantes du modèle d'intimité virtuelle

Le modèle d'intimité virtuelle que nous avons proposé s'appuie sur 3 composantes principales : (1) l'honnêteté et l'authenticité, (2) la positivité, (3) la compréhension mutuelle. Au travers de nos expérimentations nous arrivons à la conclusion, qu'à priori, ces trois dimensions ne contribuent pas de manière équivalente à la perception d'intimité virtuelle. La dimension d'honnêteté et d'authenticité apparaît ainsi comme la composante de l'intimité la plus perçue par les utilisateurs¹. Ce constat est en adéquation avec la littérature, qui accorde au comportement de self-disclosure – permettant justement de retranscrire honnêteté et authenticité – une place centrale dans le processus d'intimité interpersonnelle (Reis *et al.*, 1988; Morton, 1978).

La dimension d'honnêteté et d'authenticité est semble-t-il parfaitement opérationnalisable dans les comportements d'un agent virtuel professionnel. Nos résultats confirment que des comportements de self-disclosures peu ou moyennement intimes sont suffisants pour générer un sentiment significatif d'honnêteté et d'authenticité chez les utilisateurs, y compris en situation réelle d'interaction avec l'ACA expert. En outre, nous avons eu à coeur dans ce travail de thèse de conserver une certaine modération dans l'expression des comportements intimes – notamment le degré d'intimité des self-disclosures – afin que la dimension sociale de la conseillère virtuelle n'entache pas sa crédibilité ni sa fonction professionnelle d'une part, et d'autre part, que les comportements intimes soient acceptables pour les clients et puissent être intégrés dans le répertoire comportemental de l'agent dans une perspective d'industrialisation.

1. À considérer au regard de l'analyse factorielle conduite à posteriori des études

Notre travail de recherche met également l'accent sur l'importance de l'honnêteté et l'authenticité pour la perception d'intimité dans les relations de service avec un agent virtuel. Dans la continuité des travaux de Stern (1997), nous supportons l'idée que les comportements de self-disclosure et plus globalement la dimension d'honnêteté et d'authenticité de l'interaction humain-agent contribuent à satisfaire la relation-client avec un ACA, comme elle contribue actuellement à la relation-client. En effet, nos résultats ne montrent pas de différence dans la distribution des facteurs d'intimité lorsqu'il s'agit d'évaluer les comportements d'une conseillère humaine ou virtuelle. Nous faisons donc l'hypothèse que chaque composante de l'intimité participe à sa perception selon un modèle commun entre humains et agents virtuels. Bien qu'en faveur de la littérature, nos observations pourraient aussi s'expliquer par la manière dont nous avons opérationnalisé les comportements intimes : il n'est pas exclu que les comportements implémentés chez la conseillère virtuelle ou suggérés chez la conseillère humaine soient à l'origine d'une importance prédominante de la dimension d'honnêteté et d'authenticité. L'évaluation d'interactions standardisées entre agents et utilisateurs, comportant une quantité équivalente d'indices sociaux dans chacune des dimensions pourrait permettre de tester cette hypothèse. Toutefois, il apparaît difficile de proposer des interactions avec un ACA aux comportements standardisés en situation réelle d'interaction.

B) Régulation de la perception d'intimité

Le processus de perception de l'intimité dépend principalement des comportements intimes qui sont exprimés par le partenaire mais fait également intervenir un ensemble de facteurs de régulation. A travers nos expérimentations, nous avons confirmé que le processus d'intimité est également influencé par les propriétés et le contexte de l'interaction ainsi que par les caractéristiques personnelles de l'individu.

Propriétés de l'ACA : comportements multimodaux. La littérature souligne l'importance de la communication non-verbale dans l'expression de comportements intimes (Andersen et Andersen, 1984; Burgoon et Bacue, 2003). Nous avons ainsi fait l'hypothèse que la présence d'une communication non-verbale chez l'ACA puisse être un facteur influençant la perception d'intimité virtuelle. Étonnement, ce postulat n'a pu être vérifié dans notre étude 1 dans laquelle nous n'avons pas observé de différence dans la perception d'intimité entre la conseillère intime animée et non-animée. Seule une tendance s'est distinguée dans ce cas pour la dimension de compréhension mutuelle². En revanche, nous avons déterminé que la communication non-verbale de l'agent joue un rôle dans la perception d'intimité, au moins de manière indirecte. Effectivement, nous avons observé une perception réduite de l'intimité avec la modalité de communication textuelle ; cette réduction disparaît lorsque la conseillère virtuelle n'est pas animée. Il y aurait donc une compétition entre l'attention allouée au texte et celle allouée à la communication non-verbale de l'agent. Cette observation est selon nous la preuve que la communication non-verbale de la conseillère a une influence pour la perception d'intimité.

Ces résultats, bien qu'inattendus au regard de la littérature, s'avèrent inté-

2. Ce résultat est toutefois à reconsidérer au regard de l'analyse factorielle conduite à posteriori des études, qui montre que la dimension de compréhension sociale n'est peut-être pas correctement capturée par notre échelle VIS.

ressants sur le plan industriel puisqu'ils suggèrent que l'animation des agents virtuels peut avoir une importance mais n'est pas indispensable pour véhiculer de l'intimité, et qu'un chatbot pourrait, dans une moindre mesure, constituer un partenaire d'interaction sociale. Cette hypothèse est supportée par la plasticité particulière dont semble faire preuve l'intimité : les contraintes des interactions humain-agent et notamment la présence (vs. l'absence) d'une communication non-verbale n'apparaissent pas comme un frein à l'émergence de l'intimité.

Paramètres de l'interaction : modalités de communication. Nous constatons que la modalité de communication à travers laquelle l'interaction se déroule semble avoir une influence sur la manière de percevoir l'intimité. Ainsi, la communication orale – grâce à une voix de synthèse – apparaît comme un vecteur privilégié pour favoriser la perception d'intimité, contrairement à la modalité écrite. Toutefois, il s'avère que l'effet délétère de la modalité de communication écrite sur la perception d'intimité disparaît lorsque l'agent virtuel n'est pas animé et ne dispose que d'une communication sociale verbale. Des jeux d'influences, impliquant les mécanismes de l'attention, semblent donc s'établir entre les différents canaux de communication au travers desquels s'établit l'intimité dans l'interaction. Pour maximiser la perception d'intimité dans les interactions humain-agent, il semble alors judicieux de concentrer l'attention des utilisateurs sur les éléments saillants de l'interaction et d'éviter un partage des ressources cognitives, en divisant l'attention des utilisateurs entre plusieurs cibles pour un même canal sensoriel. Selon que l'agent est incarné et animé ou non, le choix du mode de communication verbale (vocal ou écrit) supportant l'interaction aura donc une importance déterminante sur la perception d'intimité. D'ailleurs sur le terrain, nous observons³ que la quasi-totalité des participants choisissent d'interagir oralement avec l'agent, alors qu'ils ont

3. bien que cela n'ait pas été rapporté dans les résultats

également à leur disposition un clavier numérique.

La voix se distingue donc comme un canal de communication privilégié pour favoriser la dimension sociale des interactions humain-ACA. La voix – et ses propriétés – est également un vecteur d'intimité en elle-même (Morton, 1978; Batliner *et al.*, 2008). Alors que la plupart des recherches se sont concentrées sur les aspects visuels de la communication non-verbale intime, un investissement particulier devrait être engagé pour renforcer les propriétés sociales et émotionnelles des voix de synthèse afin que les agents conversationnels puissent en bénéficier.

Paramètre de l'interaction : la temporalité. Nos résultats montrent que la durée de l'interaction a une influence sur la perception d'intimité d'observateurs externes, indépendamment de l'expression des comportements intimes de l'ACA. Cependant, ces observations n'ont pas été confirmées en contexte réel d'interaction avec notre conseillère virtuelle. A l'inverse sur le terrain, nous avons globalement observé que la durée de l'interaction est associée à une augmentation des émotions négatives chez les participants. Toutefois, dans la condition intime, nous avons remarqué que la durée de l'interaction n'est plus corrélée aux émotions négatives des utilisateurs : l'expression d'intimité chez l'ACA semble donc jouer un rôle protecteur vis-à-vis de l'effet déceptif/d'agacement qui s'installe au cours de l'interaction chez les utilisateurs.

L'intimité virtuelle est donc un processus qui s'inscrit dans le temps et des investigations approfondies sont aujourd'hui nécessaires pour mieux comprendre le rôle du temps dans cette équation. Effectivement, les agents virtuels ont, entre autres choses, été développés pour offrir aux utilisateurs un service 100% disponible et immédiat. C'est à dire que les interactions humain-agent sont dessinées dans une perspective temporelle courte. Les ACAs s'inscrivent dans une démarche de rapidité et d'efficacité de la réponse apportée aux clients. Pourtant, et c'est bien là où se situe le problème, une réponse rapide n'en n'est pas pour autant satisfaisante. A travers nos expérimentations, nous remarquons

que la dimension temporelle de l'interaction a une certaine importance pour la perception d'intimité et plus généralement pour la dimension socioémotionnelle de l'interaction. Ainsi, nous avons le sentiment que dans les relations de service, un compromis doit-être trouvé entre la formulation d'une réponse rapide et précise à une demande métier et la mise en place d'une dynamique laissant le temps à la dimension sociale de s'établir. De nouvelles investigations pourraient être conduites pour déterminer le poids accordé à l'obtention d'une réponse métier (rapide) et celui accordé au déroulement social de l'interaction.

Caractéristiques individuelles : les représentations mentales. Nos expérimentations ont mis en avant l'importance des caractéristiques individuelles et plus particulièrement des représentations mentales et antécédents d'expérience des individus dans la perception d'intimité. Ainsi, nous avons observé que la perception d'intimité pouvait être similaire chez une conseillère virtuelle et une conseillère humaine en cours d'interaction professionnelle avec une touriste. En revanche, en absence de comportements sociaux, la perception d'intimité s'est avérée significativement différente entre la conseillère humaine et virtuelle.

En nous inspirant du postulat selon lequel la perception d'intimité est dépendante de filtres d'interprétation individuels (Burgoon et Hale, 1988; Reis *et al.*, 1988), nous proposons que les représentations mentales vis-à-vis des ACAs et plus particulièrement de leurs attentes en termes de compétences sociales et émotionnelles sont très différentes de celles inférées à l'égard de nos pairs. Chaque individu se construit sa propre représentation mentale de ce qu'est un être-humain, de ce qu'est l'intimité ou ce que sont les interactions intimes, et ce, sur la base de ses expériences antérieures. Globalement, nous nous sommes construit une représentation mentale de l'être humain comme un être hautement socialisé qui exprime une multitude d'indices sociaux dans sa communication et qui est considéré comme « compétent » socialement, y

compris en contexte professionnel. A l'inverse, nous pensons que la plupart des gens n'ont pas une représentation mentale particulièrement arrêtée sur les agents virtuels car ils n'ont pas ou peu eu d'expériences d'interactions leur permettant de se construire une telle représentation. Les utilisateurs n'ont pas nécessairement d'attentes sociales à l'égard des agents virtuels experts et la plupart du temps, ne les considèrent pas comme « socialement compétent ». Pour cette raison, l'absence de comportements sociaux chez la conseillère humaine dans notre étude 2 a particulièrement dégradé la perception d'intimité virtuelle, comparativement à la conseillère virtuelle.

L'influence des filtres d'interprétations et notamment des attentes sociales des individus est corroborée par les performances attentionnelles des participants à l'égard de la conseillère humaine et virtuelle. En l'absence de comportements intimes les participants ont focalisé de manière plus prononcée leur attention sur la conseillère humaine, représentant une condition inattendue et une violation des attentes et des représentations des individus. Considérés dans leur ensemble, nos résultats semblent désigner les filtres d'interprétation humains comme une hypothèse plausible pour expliquer les différences de perceptions d'intimité entre humain et ACA dans notre étude.

Par ailleurs, la perception respective de chacune des composantes de l'intimité virtuelle est elle aussi probablement influencée par les attentes des utilisateurs.

Dans un contexte professionnel, les personnes s'attendent plus naturellement à ce qu'une conseillère fasse preuve de compréhension mutuelle parce qu'il s'agit d'une compétence requise pour la fonction métier. A l'inverse, les personnes s'attendent probablement moins à ce qu'une conseillère fasse preuve d'honnêteté et d'authenticité. Cet élément pourrait ainsi expliquer qu'en situation réelle d'interaction, les dimensions de positivité et de compréhension mutuelle n'ont pas été perçues différemment entre la conseillère intime et non

intime, contrairement à la dimension d'honnêteté et d'authenticité⁴. Cette absence d'effet pourrait donc être expliquée par les attentes des utilisateurs à l'égard des agents virtuels, plus que par une influence de l'agent virtuel en lui-même. Effectivement, nous n'avons pas rapporté de distribution inter-facteurs différente lorsque nous avons comparé les perceptions des observateurs vis-à-vis de la conseillère humaine et de la conseillère virtuelle.

Conclusion. Notre travail de thèse souligne la complexité du processus de perception de l'intimité dans les interactions humain-ACA et l'interdépendance de plusieurs paramètres : les propriétés de l'agent, les caractéristiques de l'interaction et le contexte ainsi que les caractéristiques individuelles. La conception des agents virtuels experts doit donc être appréhendée de manière globale, en s'attachant à l'ensemble des facteurs qui contribuent à renforcer la dimension sociale de l'interaction. Les compétences sociales des ACAs dépendent de la manière dont ces paramètres s'imbriquent ensemble et comment ils participent harmonieusement à élever l'agent virtuel au rang de partenaire social d'interaction.

Nos travaux mettent également en évidence une base commune des processus de perception de l'intimité avec un ACA. Nos travaux suggèrent alors que les agents virtuels pourraient à terme devenir socialement compétents et pourraient être en mesure d'interagir avec des utilisateurs en adoptant une communication sociale inspirée de la communication humaine. La différence principale que nous avons relevée dans nos expérimentations porte sur la perception d'intimité en l'absence de comportements intimes dans la communication. Si notre hypothèse d'une influence des filtres d'interprétation individuels s'avère exacte, les représentations mentales et les attentes sociales des utilisateurs à l'égard des agents virtuels sont alors amenées à évoluer au fil du temps. Plus les utilisateurs seront régulièrement en interaction avec des agents virtuels et

4. Ces résultats sont à considérer au regard de l'analyse de l'échelle VIS qui a été conduite à posteriori.

plus ces expériences viendront nourrir une représentation de ce qu'est un agent virtuel.

9.1.3 L'importance d'une approche située

Dans ce travail de thèse, nous avons d'abord abordé la perception d'intimité virtuelle par le biais d'observateurs externes confrontés à des vidéos d'interaction entre une conseillère virtuelle et une touriste. Dans un second temps, nous avons interrogé les perceptions de vrais utilisateurs, des touristes, qui ont interagi avec notre conseillère virtuelle autonome sur le terrain.

Le jugement d'observateurs externes est à priori une mesure fiable des compétences interpersonnelles dans les interactions humain-agent (Ravenet *et al.*, 2016) et c'est une pratique courante pour évaluer de manière contrôlée et standardisée les perceptions sociales humaines (Cerekovic *et al.*, 2016). Cette approche perceptive est intéressante parce qu'elle offre des conditions expérimentales comparables entre elles. Toutefois, cette approche est certainement incomplète car elle ne permet pas d'appréhender les mécanismes socioperceptifs spécifiquement engagés lorsque l'interaction est vécue, comparativement à la situation où l'interaction est observée. de Borst *et al.* (2018) ont notamment montré par imagerie cérébrale qu'il existe des patterns de synchronisation de l'activité cérébrale dans des aires pré-motrices, visuelles, associatives et dans des aires associées au traitement des émotions dans une situation de peur vécue, qui ne sont pas observés lorsqu'il s'agit de la peur d'autrui.

En complément des processus de perception sociale dans les interactions humain-agent qui sont communs quelle que soit la position de l'individu vis-à-vis de l'interaction, il existe aussi des processus qui sont spécifiquement engagés lorsque l'individu est acteur de l'interaction avec l'agent. Pour cette raison, notre travail a été construit en 2 étapes, impliquant dans un premier temps des observateurs externes pour valider notre modèle théorique, puis dans un second temps, des utilisateurs réels sur le terrain, pour explorer de manière

écologique les perceptions et comportements des utilisateurs ayant vécu une expérience d'interaction avec l'agent.

A) L'interaction : un système complexe

Aussi, une approche centrée sur l'utilisateur réel est importante car elle permet d'intégrer en parallèle tous les aspects de l'interaction, notamment le contexte et le public cible. Dans nos expérimentations, nous avons choisi d'immerger nos participants dans une relation de service avec une conseillère touristique virtuelle. Dans les 2 premières études nous proposons des vidéos d'interactions professionnelles entre une conseillère touristique et une touriste humaine inspirées d'interactions réelles (à l'office du tourisme) et dans la troisième étude nous interrogeons de vrais touristes dans un office du tourisme après avoir interagi avec la conseillère virtuelle pour obtenir les informations qu'ils étaient venus chercher à l'office.

L'approche interactive que nous avons proposée, en complément de l'approche perceptive, laisse à l'ensemble des paramètres de l'interaction l'opportunité de s'exprimer et permet d'appréhender l'intimité de manière plus globale et complète. De ce fait, nous avons à coeur d'interroger les utilisateurs potentiels du système, à savoir des touristes venus spontanément à l'office du tourisme pour obtenir des informations et préparer un séjour touristique. Ce public cible présente les motivations typiques des utilisateurs finaux de la conseillère touristique et se trouve dans un environnement similaire à celui dans lequel seront placés les futurs utilisateurs du système. Ainsi, ce public cible se distingue des observateurs externes recrutés dans nos deux premières études sur au moins deux aspects : ce sont des touristes dont les motivations sont réelles et ils interagissent avec la conseillère touristique en condition réelle, c'est à dire dans un office du tourisme. Nous pouvons en outre penser que la perception sociale est dans une certaine mesure dépendante de la motivation et de l'investissement à effectuer la tâche, en l'occurrence ici, obtenir des informations pratiques et

touristiques. De plus, les conditions réelles d'interaction et notamment le bruit, le passage d'autres touristes, le fait d'être accompagné d'autres membres de la famille ou amis, d'être sur son smartphone pendant l'interaction, sont autant d'aspects qui peuvent influencer la perception d'intimité et qui sont retranscrits dans notre étude 3. Nos résultats suggèrent que l'attention des participants est un modérateur potentiel de la perception d'intimité et les différents contextes situationnels dans lesquels se déroule l'interaction avec la conseillère virtuelle pourraient avoir induit des niveaux d'attention différents chez les participants.

Finalement, la perception d'intimité virtuelle dans nos 2 études perceptives et celle recueillie dans l'étude interactive montrent des similarités et des différences. Globalement, l'intimité virtuelle est largement perçue par les observateurs externes alors qu'elle a seulement tendance à être perçue dans notre étude interactive. Toutefois dans toutes nos études, la perception d'intimité est majoritairement portée par la dimension d'honnêteté et d'authenticité, qui est d'ailleurs la seule dimension significativement perçue en situation d'interaction réelle. Bien que les résultats de notre étude de terrain restent plus discrets, ils s'inscrivent dans une direction commune et laissent penser que notre modèle théorique est également adapté aux interactions réelles entre notre conseillère virtuelle et des touristes. Ce postulat est appuyé par l'observation de comportements sociaux significativement plus marqués chez les participants qui ont interagi avec la conseillère virtuelle intime, comparativement à la version non intime de la conseillère virtuelle.

Conclusion. Notre travail a permis de montrer qu'en position d'observateur et de partenaire de l'interaction les comportements sociaux d'un ACA peuvent ne pas être perçus identiquement. D'après nous, ces différences dans la perception d'intimité portent d'une part sur des mécanismes socioperceptifs différents mais également sur les conditions externes dans lesquelles se déroulent l'interaction. Privilégier une approche interactive, centrée sur l'utilisateur, permet

de mettre en évidence ces différences et d'appréhender les difficultés des interactions humain-agent sur le terrain. Nos résultats apparaissent tout de même encourageants puisqu'ils confirment que notre modèle d'intimité est fiable – au moins en ce qui concerne la dimension d'honnêteté et d'authenticité –, qu'il s'adapte aux interactions utilisateur-ACA sur le terrain et permet de renforcer l'intimité de l'ACA.

En complément, il serait également intéressant de comparer les perceptions des utilisateurs en situation réelle d'interaction avec notre conseillère virtuelle et avec une conseillère humaine (personnel d'un office du tourisme). Notre étude 2 montre une absence de différence dans la perception d'intimité chez la conseillère humaine et chez la conseillère virtuelle lorsqu'elles véhiculent toutes les deux de l'intimité. Il semble alors pertinent de reproduire cette étude comparative en situation réelle d'interaction pour évaluer si notre conseillère virtuelle est capable d'induire un niveau d'intimité virtuelle perçue comparable à celui induit par une conseillère touristique humaine.

B) Approche située : quelles difficultés ?

Nos expérimentations ont aussi souligné la difficulté d'opérationnaliser en conditions réelles d'interactions les comportements sociaux d'un ACA et d'obtenir une perception franche de sa dimension sociale. Effectivement, les paramètres des interactions réelles sont difficilement contrôlables et standardisés. Pour éviter une trop grande répétition dans l'interaction (pouvant conduire à une perception dégradée de l'interaction (Bickmore *et al.*, 2010a)), nous avons par exemple proposé plusieurs combinaisons possibles de comportements verbaux et non-verbaux, exprimées aléatoirement par notre conseillère virtuelle autonome. De même, nous avons intégré plusieurs formulations différentes (portant les même informations) pour une même réponse de la conseillère virtuelle. Ces variations dans les comportements verbaux et non-verbaux de la conseillère pourraient expliquer la plus grande difficulté des participants à percevoir l'in-

timité. Cependant, l'expression d'intimité dans la communication humaine est également fine et subtile et varie largement d'un individu à l'autre. Nous proposons donc que les conditions externes soient finalement plus responsables de la difficulté des participants à percevoir l'intimité de l'agent que les comportements de l'agent en eux-mêmes.

Par ailleurs, nous avons choisi de laisser les participants libres d'interagir avec la conseillère et de ne pas restreindre le déroulement de l'interaction dans le but de récolter les perceptions des utilisateurs en situation écologique et ainsi retranscrire le plus fidèlement possible les freins et les motivations réels des utilisateurs. La contre-partie de cette prise de position concerne principalement la variabilité des expériences vécues par les utilisateurs. Nous rapportons, par exemple, une grande variabilité dans la durée totale de l'interaction qui peut aller de quelques échanges à plusieurs dizaines de questions-réponses. D'autre part, le contenu des échanges en lui-même est également très variable selon les motivations des participants, et les comportements verbaux et non-verbaux intimes associés à ces échanges sont donc très différents d'un participant à l'autre. Malgré ces variations remarquables, les utilisateurs de notre étude 3 ont globalement perçu l'honnêteté et l'authenticité de la conseillère virtuelle intime, suggérant que notre modèle permet, à minima, de retranscrire efficacement cette dimension. En ce qui concerne l'absence de différence significative pour les deux autres dimensions de l'intimité entre les conditions intimes et non-intimes de l'agent, nous faisons l'hypothèse que les filtres d'interprétation mis en évidence précédemment pourraient avoir eu une influence. Effectivement, en situation réelle d'interaction, les attentes des utilisateurs en termes de positivité et plus encore, de compréhension mutuelle, ont pu être particulièrement marquées du fait de la fonction métier de l'agent. En d'autres termes, les participants interrogés sur le terrain sont sûrement moins sensibles aux comportements de positivité et de compréhension mutuelle de l'agent parce que ce sont des comportements attendus chez une conseillère touristique. Dans

ce contexte, interroger les attentes des utilisateurs au moyen de questionnaires et d'entretiens dirigés permettrait probablement d'apporter des éléments de réponse à cette hypothèse.

9.1.4 Conclusion

Nous avons proposé un modèle théorique d'intimité virtuelle qui, une fois opérationné dans les comportements verbaux et non-verbaux d'un ACA permet de véhiculer efficacement de l'intimité en influençant significativement la perception d'intimité (au moins en ce qui concerne l'honnêteté et l'authenticité de l'agent). Nous avons également souligné à travers nos recherches que la perception d'intimité virtuelle est un processus complexe qui repose sur des facteurs d'influence et peut donc être impactée par les propriétés communicationnelles de l'agent, par les caractéristiques de l'interaction et le contexte, ou encore par les caractéristiques individuelles. Nos recherches suggèrent que la perception d'intimité virtuelle chez les ACAs implique, au moins partiellement, des processus communs avec le traitement des comportements sociaux humains. La principale différence, semble à priori porter sur les représentations mentales que se construisent les individus à l'égard des humains et des agents et qui influencent, à priori, le processus de perception d'intimité virtuelle. Cependant, avec la déploiement progressif des agents virtuels auprès du grand public (et l'amélioration technique des technologies), ces représentations mentales sont susceptibles d'évoluer et d'impacter différemment la perception d'intimité virtuelle chez les ACAs. Nos résultats soulignent également l'importance de considérer l'interaction humain-ACA de manière située pour récolter les perceptions de vrais utilisateurs en situation d'interaction réelle avec toutes les influences que cela implique.

Ce travail de thèse s'est concentré sur l'expression de comportements intimes de la part de l'ACA et la perception des comportements intimes de la part de l'humain. Cependant, le processus d'intimité est un processus réciproque qui nécessite également de considérer l'expression de comportements intimes chez l'utilisateur et la perception de ces comportements par l'ACA. Nous pouvons ainsi interroger la transposabilité de notre modèle d'intimité virtuelle lorsqu'il s'agit de considérer l'expression de l'utilisateur et la percep-

tion de l'agent virtuel dans un processus dynamique de gestion de l'intimité. L'expression humaine de l'intimité dans les interactions humain-agent repose-t-elle sur les mêmes dimensions d'honnêteté, de positivité et de compréhension mutuelle? Pour compléter nos travaux, il est aujourd'hui indispensable de proposer une extension du modèle d'intimité virtuelle qui intègre les déterminants spécifiques de l'expression d'intimité par l'utilisateur et de perception de l'intimité par l'ACA.

9.2 Intimité et présence sociale

La littérature en IHM propose que l'intimité soit une sous-dimension de la présence sociale (Gunawardena et Zittle, 1997) et une composante de l'interaction indispensable pour laisser s'exprimer la présence sociale (Biocca *et al.*, 2003). Par ailleurs, la présence sociale est considérée comme témoin de la dimension socioémotionnelle de l'agent virtuel et permet de savoir dans quelle mesure celui-ci est reconnu comme un acteur social aux yeux de l'utilisateur (Oh *et al.*, 2018). Nous avons alors exploré l'impact de l'expression d'intimité sur la reconnaissance sociale des ACAs et la relation entre intimité et présence sociale dans les interactions humain-ACA professionnelles.

9.2.1 Perception de présence sociale

Nous avons montré que la perception d'intimité permet de prédire la perception de présence sociale (42% de la variance expliquée) et par conséquent, que l'intimité est effectivement étroitement liée à la présence sociale dans les interactions humain-ACA.

Cependant, nous n'avons pas observé d'effet significatif de la condition expérimentale (intime, non intime) sur la perception globale de la présence sociale, autrement que sur la perception de coprésence. Ces résultats, bien qu'allant à l'encontre de nos hypothèses initiales, sont finalement en adéquation avec la faible perception d'intimité dans les comportements de la conseillère virtuelle. Les participants ont globalement peu perçu l'intimité virtuelle chez la conseillère exprimant des comportements intimes et n'ont par conséquent pas éprouvé un plus grand sentiment de présence sociale à son égard. Nous avons toutefois relevé un effet de l'expression d'intimité virtuelle de la conseillère sur la perception de coprésence. La coprésence est définie comme le degré avec lequel un individu pense ne pas être seul et isolé, comme le degré de conscience de l'autre (périphérique et focal) et comme le degré selon lequel

l'autre à conscience de lui (Harms et Biocca, 2004). Bien que les notions de coprésence et de présence sociale soient souvent discutées de concert ou de manière confondue (Campos-Castillo et Hitlin, 2013), dans les items de mesure associés à cette définition, la coprésence fait plus fortement référence à la conscience physique d'autrui, en comparaison des autres dimensions de la présence sociale qui n'ont pas été reconnues dans notre expérimentation (*e.g.* interdépendance affective, compréhension affective). Nous pensons donc que cette dimension retranscrit principalement la reconnaissance de la conseillère pour son existence physique dans l'environnement, sans pour autant s'attacher particulièrement à sa reconnaissance sociale. L'expression de comportements non-verbaux plus amples (*e.g.* gestuelles) et accentués (*e.g.* expressions faciales) dans la condition intime a probablement contribué à ce que l'existence physique de la conseillère soit reconnue. L'effet des comportements intimes de la conseillère sur le sentiment de coprésence pourrait alors constituer un premier niveau « perceptif » dans la perception globale de la présence sociale (Biocca et Harms, 2002) et donc dans la reconnaissance de l'agent comme un acteur social. Effectivement, la dimension de coprésence pourrait correspondre à un degré minimal de présence sociale, là où d'autres dimensions telles que la compréhension et l'interdépendance affective correspondent à des niveaux de présence sociale plus élaborés.

9.2.2 Réponse sociale des utilisateurs

Par ailleurs, nous nous sommes également intéressés à l'expression comportementale chez les utilisateurs du sentiment de présence sociale. Effectivement, l'appréciation de la perception de présence sociale n'est qu'une méthode d'évaluation de la présence sociale basée sur les ressentis subjectifs des utilisateurs, mais il existe aussi une autre approche basée sur les réponses comportementales des utilisateurs. L'observation des comportements sociaux en réponse aux agents virtuels est également un moyen de mesurer le sentiment de présence

sociale, parfois de manière plus fiable encore qu'au travers de questionnaires subjectifs (Bailenson *et al.*, 2005, 2004).

Nous avons alors mis en évidence qu'il existe un effet de la condition expérimentale lorsque nous nous concentrons sur les comportements sociaux des utilisateurs. Ainsi, la conseillère virtuelle qui exprime des comportements multimodaux intimes induit un plus grand nombre de réponses sociales chez les utilisateurs. Les utilisateurs font plus naturellement preuve de marqueurs sociaux (*e.g.* merci, à bientôt, salut Léa) et posent des questions plus personnelles et éloignées de la sphère de connaissance métier de la conseillère virtuelle (*e.g.* tu as été développée par qui?). Ces résultats semblent donc suggérer que les utilisateurs sont sensibles aux comportements intimes de la conseillère virtuelle. Ces comportements semblent donc actuellement insuffisants pour induire une perception consciente de la présence sociale de l'ACA mais influencent, à priori de manière inconsciente, les comportements sociaux des utilisateurs.

Pour conclure, nos résultats supportent l'idée que la perception d'intimité virtuelle chez les ACAs est un déterminant puissant du sentiment de présence sociale dans les interactions humain-agent. Aujourd'hui, nous mettons l'accent sur l'importance de comprendre les mécanismes de la perception d'intimité virtuelle pour retranscrire cette intimité dans les comportements des ACAs. Notre travail de thèse apporte donc un argument supplémentaire pour explorer le processus d'intimité virtuelle dans la perspective de renforcer la dimension socioémotionnelle des interactions humain-agent.

9.2.3 Rôle de la présence sociale

En complément, la perception d'intimité apparaît également comme un prédicteur fort de l'expérience utilisateur (49% de la variance expliquée) et notamment des réactions émotionnelles des utilisateurs (44% de la variance expliquée). En nous appuyant sur la dichotomie de la présence sociale, nous avons supposé que l'influence de la perception d'intimité virtuelle sur l'expérience utilisateur et les émotions devrait être médiée par la perception de présence sociale.

Pourtant, seule une tendance s'est distinguée de nos analyses. Celle-ci ne nous permet donc pas de confirmer le rôle médiateur de la présence sociale dans la relation entre la perception d'intimité virtuelle et l'expérience utilisateur. La perception d'intimité virtuelle semble donc influencer l'expérience utilisateur sans forcément impliquer le sentiment de présence sociale. En d'autres termes, l'amélioration de l'expérience utilisateur ne demande pas nécessairement que l'ACA soit reconnu comme un acteur social. Par ailleurs, plusieurs travaux ont mis en évidence un effet médiateur de la présence sociale dans l'influence des comportements sociaux d'un agent virtuel sur la satisfaction des utilisateurs (Verhagen *et al.*, 2014; Lee et Choi, 2017). L'importance accordée par nos travaux à la présence sociale pourrait éventuellement s'expliquer par une opérationnalisation différente des comportements sociaux de l'agent, et plus encore, par une conceptualisation différente de l'expérience des utilisateurs. Effectivement, la satisfaction correspond à un jugement évaluatif subjectif qui semble impliquer une fonction de comparaison et une fonction affective Lindgaard et Dudek (2003); Hassenzahl (2004). Nos travaux se sont penchés sur l'expérience utilisateur, décrite au travers des perceptions instrumentales et non instrumentales du système ainsi qu'au travers des réactions émotionnelles des utilisateurs. D'après sa définition, la satisfaction des utilisateurs ne retranscrit pas toutes les dimensions de l'expérience utilisateur et dans le modèle CUE, celle-ci pourrait être assimilée, dans une certaine mesure, à l'évaluation globale

du système. Probablement que la présence sociale est moins impliquée dans l'expérience globale de l'utilisateur qu'elle ne l'est dans la satisfaction.

Mais dans ce cas, sur quoi repose l'influence de la perception d'intimité virtuelle ?

Dans une certaine mesure, la perception d'intimité virtuelle semble influencer l'expérience utilisateur à travers des mécanismes qui lui sont propres et qui semblent indépendants du sentiment de présence sociale. La littérature reconnaît le processus d'intimité comme un processus dynamique dans lequel la réciprocité des comportements tient une place importante (Reis *et al.*, 1988; Laurenceau *et al.*, 1998). Aussi, la perception d'intimité dans notre expérimentation est principalement portée par les comportements associés à la dimension d'honnêteté et d'authenticité de l'agent tels que la self-disclosure. La relation entre self-disclosure et appréciation proposée par Collins et Miller (1994) montre également cette dynamique de la réciprocité : plus j'exprime des self-disclosures et plus j'apprécie la personne et la personne m'apprécie, de même que plus la personne m'apprécie et plus elle exprime des self-disclosures.

Ce processus dynamique pourrait faire intervenir une forme de contagion émotionnelle et permettrait au travers d'émotions positives, d'influencer positivement l'expérience de l'utilisateur. La contagion émotionnelle a été décrite dans la littérature comme « le phénomène à travers lequel un individu ou un groupe d'individus influencent les émotions ou le comportement d'un autre individu ou groupe d'individus, par l'induction consciente ou inconsciente d'états émotionnels et d'attitudes comportementales » (Schoenewolf, 1990). Par mimétisme primitif, nous avons spontanément tendance à nous synchroniser et à imiter les comportements sociaux de notre interlocuteur, avec pour conséquence, une convergence émotionnelle de la dyade (Hatfield *et al.*, 1992). Cette hypothèse est en adéquation avec la théorie de la réponse émotionnelle dans les interactions humain-agent pédagogique (Liew *et al.*, 2017) et dont les déterminants sont retrouvés dans nos travaux. En induisant des émotions positives

chez les utilisateurs, la perception d'intimité virtuelle pourrait ainsi influencer globalement l'expérience des utilisateurs et les amener à s'engager en retour dans des processus socioémotionnel.

En conclusion, le rôle de la présence sociale dans l'équation entre intimité et expérience utilisateur reste incertain. A priori, nos résultats semblent suggérer que la reconnaissance de l'autre comme un acteur social n'est pas indispensable pour renforcer l'expérience utilisateur. Nous proposons que l'influence de l'intimité est portée par des mécanismes propres à l'intimité qui sont sources d'émotions positives et impliquent une forme de contagion émotionnelle.

9.3 Un modèle d'UX pour les ACAs

Nous avons inscrit nos travaux dans le cadre théorique du modèle CUE de Mahlke et Thüring (2007) pour explorer l'expérience d'utilisateurs à la suite d'une interaction avec notre conseillère touristique virtuelle intime et ainsi déterminer dans quelle mesure le modèle CUE est approprié aux interactions humain-agent et permet de retranscrire la dimension socioémotionnelle de l'interaction.

9.3.1 Perception de l'expérience utilisateur

Comme nous l'avons mentionné précédemment, la perception d'intimité apparaît comme un prédicteur fort de l'expérience utilisateur (49% de la variance expliquée) et de ses dimensions constitutives, notamment les réactions émotionnelles des utilisateurs (44% de la variance expliquée). La perception d'intimité virtuelle au cours de l'interaction avec l'agent virtuel représente donc un moyen d'améliorer considérablement l'expérience des utilisateurs et, à priori à plus long terme, l'adoption de la technologie. Nos résultats sont donc particulièrement encourageants puisqu'ils soulignent l'importance de la perception des compétences sociales chez les ACAs et incitent à une exploration plus poussée des facteurs qui permettent aux utilisateurs de percevoir efficacement l'intimité virtuelle dans l'interaction.

Effectivement dans notre étude interactive, nous n'avons pas été en mesure d'établir un lien solide entre l'expression des comportements sociaux chez l'ACA et la perception d'intimité virtuelle chez l'utilisateur. Par conséquent, l'expression des comportements intimes chez la conseillère virtuelle n'a globalement pas eu l'influence escomptée sur l'expérience des utilisateurs.

Nous avons ainsi rapporté une sérieuse tendance de l'intimité exprimée par l'agent à influencer les perceptions des qualités non-instrumentales du système ($p = 0.054$, $d = 0.51$) et plus particulièrement la perception du statut social

($p = 0.02$) et de l'engagement et l'attachement des utilisateurs ($p = 0.07$). Les agents virtuels sociaux étant encore peu représentés sur le marché, peu d'utilisateurs ont déjà eu l'occasion d'interagir avec de tels systèmes. Nous supposons que cet aspect innovant et attractif a particulièrement joué dans la perception du statut social et de l'engagement des utilisateurs. En revanche, l'expression de comportements intimes chez la conseillère virtuelle n'a semble-t-il pas eu d'impact déterminant sur les perceptions des qualités instrumentales, ni sur les émotions des utilisateurs.

Nous faisons l'hypothèse que l'expression d'intimité chez l'ACA n'a pas été significative dans l'expérience des utilisateurs, d'une part car seuls les comportements associés à la dimension d'honnêteté et d'authenticité ont été reconnus par les utilisateurs et d'autre part car leur impact est peut-être plus subtile que ce que permet d'évaluer le questionnaire MeCUE. Le questionnaire MeCUE questionne les réactions émotionnelles des utilisateurs en s'appuyant sur leurs ressentis subjectifs globalement au cours de l'interaction. Ce questionnaire interroge les émotions au travers de 8 items qui rapportent des émotions relativement intenses (*e.g.* le produit m'énerve, le produit m'enthousiasme). Il n'est donc pas à exclure que le questionnaire MeCUE interroge les émotions de manière trop caricaturale pour détecter des variations subtiles des émotions induites par la perception d'intimité virtuelle. D'autant que nos résultats démontrent à l'inverse un effet indirect de l'intimité virtuelle sur les émotions des utilisateurs : l'expression de comportements intimes chez la conseillère fait disparaître la corrélation entre la durée de l'interaction et les émotions négatives. Indépendamment de la condition d'intimité de la conseillère, nous avons effectivement observé que la durée de l'interaction est corrélée avec le ressenti d'émotions négatives. Or, il apparaît que cette dégradation de l'état émotionnel de l'utilisateur au fur et à mesure de l'interaction n'est plus observé dans la condition intime. Cette observation suggère ainsi que les comportements intimes de l'ACA protègent les utilisateurs des émotions négatives.

Conclusions. En conclusion, nos travaux confirment que la perception d'intimité contribue à rendre l'expérience utilisateur meilleure et soulignent la difficulté que nous rencontrons, en situation réelle d'interaction avec de vrais utilisateurs, à faire émerger cette intimité virtuelle aux yeux des utilisateurs. Ainsi, seule la perception des qualités non-instrumentales du systèmes et plus particulièrement l'identité sociale et l'engagement des utilisateurs semble avoir été impactée par l'intimité exprimée par la conseillère virtuelle.

9.3.2 Une place centrale pour les émotions

Le modèle CUE (Mahlke et Thüring, 2007) sur lequel nous nous sommes appuyés propose que le contexte, les paramètres du système et les caractéristiques de l'utilisateur sont des facteurs de régulation des caractéristiques de l'interaction humain-machine. L'interaction influence elle-même l'expérience utilisateur et ses conséquences sur l'usage. L'expérience utilisateur dans le modèle CUE correspond aux perceptions des qualités instrumentales et non-instrumentales du système – qui sont impactées directement par l'interaction – et correspond également aux réactions émotionnelles des utilisateurs – qui sont impactées indirectement par le biais des perceptions instrumentales et non-instrumentales du système.

En d'autres termes dans ce modèle, l'interaction humain-machine n'est pas à proprement parler source d'émotions. Les émotions sont le reflet des perceptions des qualités instrumentales et non instrumentales du système.

Nous proposons au contraire que l'interaction humain-machine est une source directe d'émotions lorsque la machine est en réalité un ACA exprimant des comportements sociaux et supportant une interaction sociale. Dans notre étude 3, nous avons évalué le rôle de chacune des dimensions de l'expérience utilisateur au regard de la perception d'intimité virtuelle chez notre conseillère virtuelle. Ainsi, nous avons considéré que la capacité de l'ACA à exprimer des comportements intimes constitue une propriété du système. Comme nous

l'avons développé précédemment, l'intimité virtuelle perçue fait quant à elle appelle à des mécanismes complexes qui s'établissent uniquement au sein de l'interaction et qui impliquent vraisemblablement des processus de perception de soi et d'autrui. L'intimité virtuelle perçue est donc le témoin d'un processus qui implique les deux partenaires et est qui est donc au coeur de l'interaction. En ce sens, nous considérons le degré d'intimité virtuelle perçue comme une caractéristique de l'interaction humain-machine.

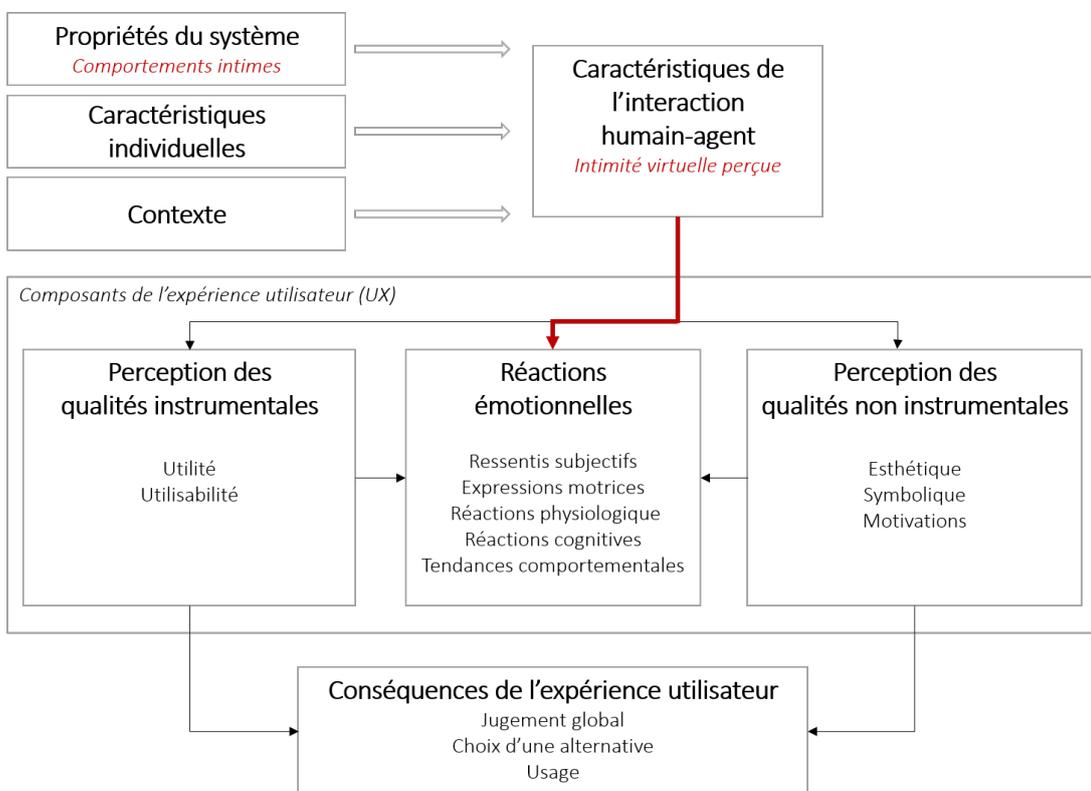


FIGURE 9.1 – Proposition d'une version adaptée aux ACAs du modèle CUE de Mahlke et Thüring (2007).

Conformément au modèle CUE, nous avons observé que l'intimité virtuelle perçue influence les émotions des utilisateurs de manière indirecte par le biais des perceptions du produit et plus particulièrement par la perception des qualités instrumentales du système. Au regard de la perception d'intimité, il apparaît donc que les perceptions des qualités non-instrumentales du système

sont à priori moins impliquées dans les réactions émotionnelles des utilisateurs ($p = 0.12$) que les perceptions des qualités instrumentales. Ces résultats pourraient notamment être expliqués par le contexte applicatif dans lequel se déroule l'interaction avec l'ACA. Effectivement dans notre étude 3, la conseillère virtuelle est sollicitée par des utilisateurs qui possèdent de réelles motivations touristiques et qui de ce fait, sont probablement plus sensibles à la fonction métier de l'ACA. La compétence métier est principalement rapportée par les qualités instrumentales du système sous les notions d'utilité et l'utilisabilité. En parallèle, les qualités non instrumentales se rattachent à l'esthétisme, le statut social et l'engagement. Aussi, l'auteur du modèle CUE lui même a déjà relevé que les perceptions des qualités instrumentales du système ont un impact plus puissant sur les émotions des utilisateurs que les perception des qualités non-instrumentales (Mahlke et Lindgaard, 2007).

D'un côté, notre travail met en évidence une tendance des comportements intimes de l'ACA à améliorer les qualités non-instrumentales du système. D'un autre côté, ces qualités non-instrumentales semblent peu impliquées dans l'effet de la perception d'intimité sur les émotions. Effectivement, l'opérationnalisation des comportements intimes chez la conseillère ne montre pas d'effet significatif sur les émotions des utilisateurs, alors qu'elle a pourtant une influence sur les qualités non-instrumentales du système. L'impact de l'intimité virtuelle sur les émotions des utilisateurs semble donc prendre une autre voie que celle admise par le modèle CUE.

Ainsi, à la distinction du modèle CUE, nous avons montré que l'intimité virtuelle perçue influence les émotions des utilisateurs par une voie directe. D'après nos résultats, l'intimité virtuelle perçue a donc une influence indirecte sur les émotions par le biais des perceptions du produit (majoritairement les qualités instrumentales) ainsi qu'une influence directe. A la lumière de nos observations, nous proposons une extension du modèle CUE, adaptée aux interactions avec des agents virtuels sociaux, dans lequel la composante émotionnelle

de l'expérience tient une place centrale – au même titre que les perceptions des qualités instrumentales et non-instrumentales du système – et laisse apparaître une relation directe entre les caractéristiques de l'interaction et les émotions (Figure 9.1).

Ainsi, notre proposition de modèle suppose que les propriétés du système (comportements intimes de l'agent), le contexte (relation de service-client) et les caractéristiques individuelles (expériences antérieures et représentations mentales) modifient les caractéristiques de l'interaction humain-agent et notamment son degré d'intimité virtuelle. Cette dimension socioémotionnelle influence l'expérience en provoquant des émotions chez les utilisateurs et en faisant varier les perceptions des qualités du système, qui à leur tour peuvent générer d'autres émotions.

Cette proposition de modèle s'appuie sur les résultats obtenus dans notre étude de terrain et s'inspire de nos précédentes observations. L'existence potentielle d'une relation directe entre les caractéristiques sociales de l'interaction humain-agent et les émotions nous paraît être en adéquation avec la théorie de la réponse émotionnelle et la théorie de la contagion émotionnelle, dont nous avons discuté préalablement.

Conclusion. Nos travaux suggèrent d'accorder une nouvelle place aux émotions dans la modélisation de l'expérience utilisateur et de ses déterminants lorsque la machine en question est un agent virtuel capable d'exprimer des comportements émotionnels et sociaux. Nous pensons que l'expérience d'interaction avec ces systèmes particuliers nécessite un ancrage théorique à la fois en ergonomie des systèmes mais également en psychologie et en informatique affective. Ainsi, à travers ce modèle étendu de l'UX nous souhaitons proposer une double approche de l'expérience utilisateur, qui reconnaît l'ACA comme un acteur social de l'interaction (Gunkel, 2012) et qui permet d'explorer la problématique de l'usage des ACAs.

Notre travaux sont également encourageants en ce qui concerne notre problématique générale d'adoption des ACAs puisqu'ils désignent la perception d'intimité virtuelle comme un levier pertinent pour l'expérience utilisateur. Même si en exprimant des comportements intimes notre conseillère virtuelle n'a pas réussi à améliorer significativement l'expérience des utilisateurs, elle nous conforte dans la direction que nous avons choisie et souligne l'importance de l'intimité dans l'interaction humain-ACA. L'amélioration de l'expérience utilisateur avec un ACA semble donc passer par la perception d'une dimension socioémotionnelle au cours de l'interaction et nous incite à explorer davantage les facteurs qui permettront à terme de reconnaître les ACAs pour leurs compétences sociales autant que leurs compétences professionnelles.

Chapitre 10

Perspectives et conclusions

10.1 Perspectives

10.1.1 Validation de l'échelle de mesure VIS

Pour les besoins de la thèse, nous avons développé une échelle de mesure de l'intimité, la *Virtual Intimacy Scale* (VIS), basée sur notre proposition de modèle théorique et inspirée des outils psychométriques de l'intimité disponibles dans la littérature en psychologie sociale et clinique (Leonard *et al.*, 2014; Mendelson et Aboud, 2012; Sternberg, 1997). Cette échelle de mesure de l'intimité chez les agents virtuels basée sur les comportements intimes comporte 15 items répartis en 3 facteurs : honnêteté et authenticité (6 items), positivité (4 items) et compréhension mutuelle (5 items). Utilisée dans chacune de nos études pour mesurer la perception d'intimité des participants dans l'interaction impliquant un ACA, cette échelle a démontré une fiabilité très satisfaisante en affichant des α de Cronbach variant de 0.81 à 0.90 selon l'étude.

Toutefois, notre échelle de mesure n'a pas été soumise à un processus stricte de validation d'échelle et cette étape incontournable constitue l'une de nos perspectives de recherche. Effectivement, nous pensons que cet outil psychométrique permettant de mesurer le degré de compétence sociale d'un ACA est indispensable pour appréhender les perceptions des utilisateurs dans une dé-

marche centrée-humain et pourrait par conséquent intéresser la communauté des agents virtuels sociaux. D'autant qu'à notre connaissance, très peu de travaux dans le domaine proposent une échelle de mesure validée des compétences sociales chez les ACAs. Seuls Cerekovic *et al.* (2016) ont proposé un questionnaire du rapport dans les interactions humain-agent (HARQ). Dans la continuité de ce travail de thèse, nous proposons une validation de notre échelle VIS.

Dans la perspective d'une validation de notre échelle, nous proposons une première étude exploratoire basée sur notre outil actuel qui sera complétée par une étude confirmatoire.

A) Analyse exploratoire

La première étape de ce processus de validation d'échelle portera sur la fiabilité de l'échelle VIS ainsi que sur l'étude de sa structure factorielle. Pour ce faire, nous proposons de comparer les perceptions des utilisateurs dans 2 conditions d'intimité (intime, non intime) en nous appuyant sur notre échelle VIS et en comparaison de deux autres échelles de mesure existantes portant sur des concepts connexes : (1) le questionnaire HARQ (Cerekovic *et al.*, 2016) que nous avons traduit en langue française et qui mesure le rapport dans une interaction humain-agent et (2) l'échelle du sentiment d'appartenance sociale (ESAS) qui a été validée en français (Richer et Vallerand, 1998) et dont l'une des deux dimensions porte sur l'intimité.

Nous avons ainsi administré, auprès de 150 participants, un questionnaire en ligne portant sur la mesure des compétences sociales dans une interaction humain-agent. Deux versions de ce questionnaire ont été aléatoirement attribuées aux participants, et comportent une vidéo d'interaction longue de notre conseillère touristique virtuelle avec la touriste humaine, suivie des 3 échelles de mesure sociale de l'interaction (VIS, HARQ et ESAS). Chaque version du questionnaire présente respectivement une interaction dans laquelle la conseillère

virtuelle est intime ou non intime. Quelle que soit la version du questionnaire, la conseillère virtuelle dans la vidéo est animée et dispose donc d'une communication verbale et non-verbale et l'interaction se déroule à l'oral. Des données personnelles sont également recueillies une fois les trois questionnaires remplis par les participants. La durée totale de complétion du questionnaire est estimée à moins de 15min. Les données issues de ces participations seront ensuite analysées.

Validité de l'échelle. Dans un premier temps, la fiabilité de l'échelle sera mesurée avec la méthode des α de Cronbach et certains items pourront être exclus s'ils pénalisent significativement la fiabilité de l'échelle, ou reformulés si nous jugeons qu'ils sont indispensables au facteur qu'ils incarnent.

Dans un second temps, la fiabilité de l'échelle VIS sera évaluée avec une méthode de validité concurrente (*i.e.* sensibilité) en comparant les perceptions des participants dans 2 conditions discriminantes d'intimité. Aussi dans une démarche de validation concurrente, les perceptions issues de l'échelle VIS seront comparées aux perceptions issues des deux autres échelles de mesure sélectionnées dans cette étude. Nous faisons l'hypothèse que les perceptions recueillies via le questionnaire HARQ et l'échelle ESAS seront respectivement corrélées aux perceptions recueillies via l'échelle VIS. Aussi, nous faisons l'hypothèse que seule la dimension d'intimité de l'échelle ESAS montrera une différence significative entre les 2 conditions expérimentales (intime, non intime), alors que le questionnaire HARQ ne permettra pas de distinguer ces 2 conditions d'intimité.

Structure factorielle. Une analyse factorielle exploratoire sera également conduite sur nos données pour explorer la structure factorielle de notre échelle. La méthode des valeurs propres sera employée pour déterminer le nombre de facteurs le plus approprié pour l'échelle, après application d'une rotation oblique de type oblmin. Le calcul d'indices de correspondance (notamment RMSEA) ainsi qu'un test du χ^2 permettra de confirmer que le modèle structurel proposé est approprié.

Sur la base des mesures de validité et de fiabilité et des analyses de structure factorielle, une nouvelle composition et structure d'échelle sera proposée, si nécessaire.

B) Analyse confirmatoire

La deuxième étape du processus de validation consistera à confirmer la structure du modèle proposé par l'analyse exploratoire. Pour ce faire, nous administrerons à nouveau l'une ou l'autre des versions du questionnaire (intime, non intime) à un panel de participants naïfs recrutés dans les mêmes conditions. Le questionnaire se composera des mêmes éléments que précédemment, à l'exception de l'échelle VIS originale qui sera remplacée par la version modifiée de l'échelle VIS issue de l'analyse exploratoire.

Une fois les données récoltées, nous conduirons une analyse factorielle confirmatoire. Les résultats de cette analyse confirmatoire devrait permettre la validation de la structure factorielle de l'échelle.

La validation d'échelle est une étape incontournable du processus de construction d'un matériel de mesure d'une dimension sociale en psychologie. A travers cette approche psychométrique, nous espérons pouvoir délivrer un outil de mesure de l'intimité virtuelle centrée sur les comportements d'un agent virtuel dans une situation d'interaction avec un interlocuteur. Cet outil rapide et facile à utiliser sera disponible sous la forme d'un questionnaire auto-administré pouvant être adressé à la première (acteur) ou la troisième personne

(observateur externe). Validée dans un premier temps en langue française, cette échelle pourra également être développée en langue anglaise afin d'être accessible à la communauté internationale.

En complément, cette échelle pourra être utilisée par la société $\text{\textcircled{R}}$ DAVI pour attester du caractère social des futurs agents virtuels expert déployés chez le grand public et pour de futures expérimentations de terrain avec la conseillère touristique virtuelle.

10.1.2 Vers un modèle d'intimité virtuelle adaptatif

L'intimité est reconnue dans la littérature comme une compétence sociale hautement élaborée qui s'inscrit dans des boucles dynamiques de réciprocité entre les deux partenaires de l'interaction (Reis *et al.*, 1988; Laurenceau *et al.*, 1998). Ce processus complexe fait intervenir des mécanismes de perception et d'expression de l'intimité chez les deux partenaires (Prager, 1995). Dans une première démarche d'élaboration d'un modèle d'intimité virtuelle adapté aux ACAs, nous avons privilégié l'étude de l'expression d'intimité par l'agent virtuel et de perception de l'intimité par l'utilisateur. Pour refléter le processus d'intimité dans son intégralité, il est toutefois nécessaire de considérer la réciproque de ces mécanismes, autrement dit, la perception d'intimité de la part de l'agent en réponse à l'expression des comportements de l'utilisateur. Une perspective de recherche fondamentale et appliquée pour nos travaux pourrait constituer d'une part, la validation d'un modèle d'intimité étendu incluant l'expression d'intimité par l'utilisateur et la perception d'intimité par l'agent et d'autre part, le développement d'un ACA capable d'adapter son comportement en fonction des comportements intimes perçus de l'utilisateur, basé sur le modèle théorique. Il s'agirait alors de développer un système adaptatif qui viendrait compléter notre système actuel pour permettre à notre conseillère virtuelle de détecter les comportements intimes de l'utilisateur dans le but d'adapter ses propres comportements.

A) Modèle théorique de régulation

Cette perspective de recherche représente un sérieux challenge en termes de compréhension des processus d'intimité virtuelle mis en oeuvre dans les interactions humain-agent. L'enjeu principal est de réussir à retranscrire la complexité du processus d'intimité en rendant notre conseillère virtuelle compétente dans sa gestion de l'intimité au sein de l'interaction et au fur à mesure de la relation avec l'utilisateur. Ainsi, pour qu'un ACA soit compétent dans sa régulation de l'intimité au sein de l'interaction, trois critères doivent être respectés :

(1) être capable de percevoir les comportements intimes exprimés par l'utilisateur

(2) être capable de raisonner sur l'intimité pour planifier une réponse socioémotionnelle adaptée

(3) être capable d'exprimer des comportements intimes perçus par l'utilisateur

Notre travail de thèse s'est jusqu'à présent concentré sur la dernière étape du processus d'intimité, autrement dit, l'expression de comportements intimes par l'ACA. Nous avons exploré l'impact des comportements « en sortie » sur la perception des utilisateurs et comment ceux-ci permettent, ou non, que l'agent virtuel soit reconnu comme un acteur social. Nous avons également entrevu la manière dont ces comportements conditionnent, en retour, les comportements sociaux des utilisateurs. En revanche, notre travail n'a pas explicitement exploré le processus de raisonnement et de planification des comportements intimes chez l'agent, ni sa capacité à percevoir les comportements intimes de l'utilisateur.

A l'avenir, nos recherches devraient se pencher sur ces deux autres étapes indispensables du processus d'intimité pour espérer concevoir des agents virtuels compétents en termes de compétences sociales qui peuvent effectivement combler les besoins sociaux des utilisateurs et leur apporter une expérience d'interaction positive et satisfaisante. Toutefois, les règles de raisonnement et

de planification des comportements intimes dont devraient bénéficier les ACAs, en se basant sur le fonctionnement humain, restent encore difficile à formaliser et nous confrontent à une impressionnante variabilité dans la manière dont les êtres-humains perçoivent, expriment et régulent l'intimité dans leurs interactions quotidiennes. Pour cette raison, nous pensons qu'il est indispensable d'explorer davantage les mécanismes affectifs humains qui sont impliqués dans le processus et qui font le lien entre perception et expression d'intimité dans les interactions humain-agent.

Dans cette perspective de recherche, une extension de notre modèle d'intimité virtuelle intégrant l'expression et la perception réciproque d'intimité dans les interactions humain-agent serait appréciable. Notamment, il nous semble indispensable de confirmer que les composantes de l'intimité virtuelle telles que nous les avons conceptualisées sont appropriées lorsque celui qui exprime est l'utilisateur et celui qui perçoit est l'agent virtuel. Ainsi, pour renforcer l'intimité d'une relation humain-agent et tendre vers le développement d'une relation à plus long terme, l'utilisateur doit-il faire preuve d'honnêteté et d'authenticité, de positivité et de compréhension mutuelle, au même titre que l'agent ?

En complément, la compréhension du processus d'intimité passe par l'étude des différents facteurs qui participent à sa régulation. Nous l'avons largement abordé dans les relations interpersonnelles humaines puis développé dans les interactions humain-ACA, le processus d'intimité implique des mécanismes de perception et d'expression des comportements, ainsi qu'un ensemble de facteurs de régulation. Dans notre travail, nous avons étudié certains facteurs régulant la perception d'intimité tels que le contexte et les paramètres de l'interaction (*e.g* canal de communication, temporalité), mais également les caractéristiques individuelles des protagonistes (*e.g* nature, représentations mentales). Pourtant, d'autres facteurs déterminants dans le processus d'intimité virtuelle humain-agent restent encore à explorer. En outre, la personnalité est une caractéristique individuelle qui vraisemblablement joue un rôle particulièrement

important dans la fonction de raisonnement et de planification des comportements à exprimer pour ajuster le niveau d'intimité d'une interaction. Selon la personnalité de l'utilisateur, un même comportement pourra être associé à un degré d'intimité différent. Aussi, nous pourrions envisager de concevoir des ACAs dont la régulation d'intimité varie selon la personnalité qui leur a été attribuée en fonction des attentes du client et de l'image de marque de l'entreprise. La personnalité des partenaires joue certainement aussi un rôle dans l'émergence et le développement de la relation intime à plus long terme.

Ainsi, nous pensons qu'en complément de ce que nous avons apporté dans ce travail de thèse, une attention particulière devrait être portée à la régulation de l'intimité par la personnalité. De nouvelles investigations sont nécessaires pour proposer un modèle théorique de l'intimité virtuelle étendu qui inclut la perception-expression à la fois de l'utilisateur et de l'agent et qui constitue un socle pour la conception d'un ACA adaptatif capable de réguler ses comportements intimes.

B) Conception d'un module de régulation

La conception d'agents virtuels autonomes capables de réguler leurs émotions et leurs compétences sociales est un enjeu central en IHM. En s'intéressant à l'expression et la perception du rapport dans les interactions humain-agent, c'est ce qu'ont par exemple proposé Matsuyama *et al.* (2016) : les chercheurs ont développé un agent relationnel capable d'adapter ses comportements sociaux en fonction d'un degré de rapport calculé, estimé sur la base des comportements exprimés par l'utilisateur. En situation réelle, l'agent relationnel n'a malheureusement pas démontré de meilleures performances métier ni une plus grande capacité à renforcer la dimension sociale de la relation (Pecune *et al.*, 2018). Bickmore et Schulman (2012) ont également proposé un modèle empirique d'adaptation comportementale d'un ACA en fonction du niveau d'intimité désiré par l'utilisateur. Bien qu'il permet de mesurer efficacement le niveau

d'intimité, en situation d'interaction, ce modèle n'est pas capable d'améliorer graduellement l'intimité de l'interaction.

Dans une perspective industrielle, la société DAVI souhaite également s'emparer de cette problématique de recherche fondamentale et appliquée. Actuellement, une première piste est à l'étude et consisterait à associer nos travaux de recherche à ceux proposés par Yacoubi (2019) portant sur un modèle de régulation des émotions basé sur les tendances à l'action, *i.e.* le module Teatime (Figure 10.1).

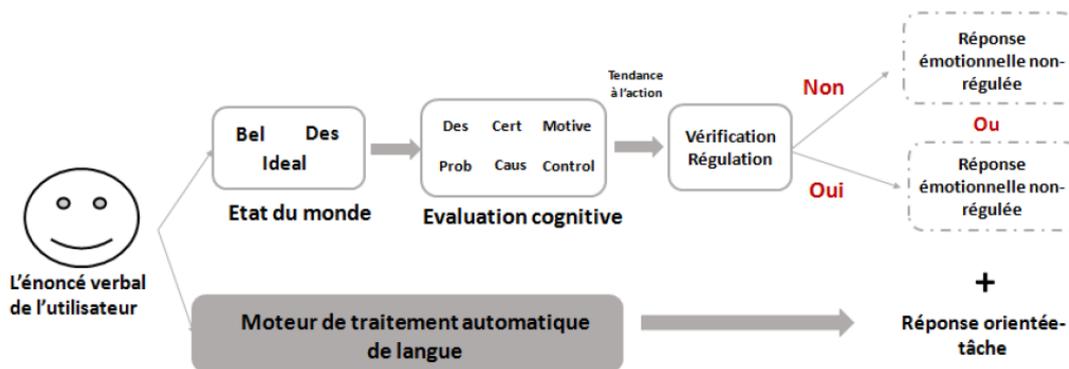


FIGURE 10.1 – Architecture globale du module Teatime de Yacoubi (2019) intégré dans le système $\text{\textcircled{R}}$ RETORIK by DAVI.

Ce modèle permet à un agent virtuel de raisonner sur l'état émotionnel d'un utilisateur et d'adapter sa communication émotionnelle verbale en réponse. D'un point de vu appliqué, ce modèle a été développé pour permettre aux agents virtuels de prendre en considération et de s'adapter à l'état émotionnel de l'utilisateur dans le but de renforcer la satisfaction-client. Ainsi, le module Teatime intégré dans le système de dialogue $\text{\textcircled{R}}$ RETORIK permet à un agent virtuel de percevoir l'inquiétude, le stress, l'agacement, ou encore la déception d'un utilisateur et de générer une réponse émotionnelle en adéquation avec cet état, en complément de la réponse métier appropriée à la question de l'utilisateur. Le modèle de raisonnement Teatime s'appuie sur l'état du monde de l'agent *i.e.* ses désirs, ses croyances et ses idéaux, pour générer une tendance

à l'action issue d'évaluations cognitives sur la situation. Cette tendance à l'action est ensuite traduite en acte locutoire émotionnel et donne une coloration émotionnelle à la réponse métier de l'agent virtuel.

Ce modèle présente pour avantage d'adapter le comportement de l'agent virtuel à l'état émotionnel de l'utilisateur. La détection de l'état émotionnel de l'utilisateur repose pour l'instant uniquement sur les comportements verbaux de l'utilisateur et l'adaptation comportementale de l'agent est également exclusivement verbale.

En s'appuyant sur le module Teatime tel qu'il est implémenté dans le dialogue système de l'entreprise et en s'inspirant des travaux de régulation des compétences sociales de Matsuyama *et al.* (2016); Pecune *et al.* (2018); Bickmore et Schulman (2012), il conviendrait de développer un système de détection des comportements intimes de l'utilisateur dans sa communication verbale et non-verbale qui puisse être associé à un système de régulation de l'intimité dans l'interaction. Ce module permettrait à un même agent virtuel de raisonner sur les comportements à exprimer en fonction des comportements perçus chez l'utilisateur mais également en fonction d'autres facteurs de régulation reconnus dans la littérature comme les antécédents de la relation ou encore la personnalité de l'agent. Ce module de régulation viendrait ainsi compléter le fonctionnement de notre système autonome d'expression verbale et non verbale de comportements intimes chez l'agent virtuel, *i.e.* le module Intimacy. L'extension du module Intimacy pour supporter l'intégralité du processus d'intimité nécessite de conduire de nouvelles investigations sur les mécanismes de raisonnement impliqués dans l'intimité. Une meilleure compréhension des mécanismes socioperceptifs impliqués dans le traitement des comportements intimes d'autrui et dans la planification de ses propres comportements en réponse permettrait de formaliser des règles pour la planification des comportements intimes de l'agent virtuel.

Conclusion. Actuellement, une extension du module Intimacy est envisagée de manière empirique en s’inspirant de l’architecture du modèle formel des émotions de Yacoubi (2019), le module Teatime. Par la suite, des investigations supplémentaires ainsi que des études de validation des comportements intimes seront nécessaires pour confirmer la formalisation des règles de gestion de l’intimité chez les agents virtuels.

10.1.3 Vers un modèle d’UX humain-agent

Dans ce travail de thèse nous avons proposé une vision complémentaire du modèle CUE (Mahlke et Thüring, 2007) dans le contexte particulier des interactions humain-agent en reconsidérant la place des émotions dans l’interaction avec un agent virtuel social. En nous appuyant sur les théories sociales en IHM et en psychologie, nous avons proposé que l’interaction avec un ACA social soit elle-même une source directe d’émotions chez les utilisateurs, en complément de son effet indirect porté par la perception des qualités instrumentales et non-instrumentales du système. La vision que nous avons proposée a pu être confirmée en explorant l’effet de perception de l’intimité dans les interactions humain-agent.

A) Explorer les émotions

De plus amples investigations sont nécessaires pour mieux comprendre comment l’interaction peut être une source directe d’émotions : quels processus affectifs permettent à l’interaction d’être source d’émotions ? Quelles sont les conditions et les limites d’application de cet effet ?

Aujourd’hui, nous suggérons d’investir plus particulièrement la problématique de l’adoption de la technologie en se concentrant sur la relation entre interaction humain-agent et émotions. Comme nous le mentionnions dans la discussion de notre étude 3, l’expérience utilisateur selon Mahlke et Thüring

(2007) appréhendent les émotions en s'appuyant sur le modèle des processus composants de l'émotion (Scherer, 2001). Ce modèle nous paraît être un modèle tout à fait approprié pour l'exploration des émotions dans l'expérience utilisateur qui met en avant 5 dimensions des émotions : les ressentis subjectifs, les expressions motrices, les réactions physiologiques, les tendances à l'action et les évaluations cognitives. Pourtant, en évaluant l'expérience utilisateur à travers le questionnaire MeCUE et à travers les comportements verbaux des utilisateurs, nous n'avons dans ce travail de thèse étudié qu'une fraction des émotions des utilisateurs.

Dans le but de proposer un modèle étendu de l'UX qui soit adapté aux interactions humain-agent, nous avons pour ambition d'appréhender la relation entre interaction et émotions en nous appuyant sur une palette plus large d'outils de mesure des émotions. Ainsi, une perspective de recherche pourrait consister dans un premier temps à confirmer les effets de l'intimité sur l'expérience utilisateur en couplant une approche basée sur les ressentis subjectifs et une approche basée sur l'expression faciale des émotions et les réponses physiologiques des utilisateurs pendant et après l'interaction avec notre conseillère virtuelle.

Dans un second temps, nous pourrions explorer d'autres aspects de la dimension sociale des interactions humain-agent afin de confirmer la relation directe entre interaction et émotions dans le modèle CUE.

B) Adopter une démarche « centrée-utilisateur »

Dans le but d'apporter une contribution à la problématique générale d'adoption des ACAs, ce travail de thèse s'est concentré sur la dimension socioémotionnelle de l'interaction humain-agent en interrogeant la perception d'intimité virtuelle des utilisateurs. Dans une perspective de valorisation de la dimension socioémotionnelle des ACAs il apparaît également important d'interroger les attentes et les besoins des utilisateurs d'une part, en termes de compé-

tences sociales de l'agent et d'autre part, en termes de relation attendue avec l'agent. Une meilleure compréhension des attentes et des motivations internes des utilisateurs semble indispensable pour orienter la conception des ACAs de telle sorte qu'ils puissent répondre à leurs besoins d'un point de vue métier et d'un point de vue social. Une perspective de recherche s'inscrit alors dans la conduite d'entretiens dirigés avec des utilisateurs et futurs utilisateurs de notre conseillère virtuelle dans le but de mieux définir le périmètre des besoins métiers et sociaux des utilisateurs et de sonder leurs attentes en termes de compétences sociales chez les ACAs. Cette démarche permettra également d'affiner les critères d'évaluation de l'expérience utilisateur dans le contexte atypique des interactions humain-agent et de déterminer quelle place la dimension socioémotionnelle tient dans l'expérience d'interaction avec un agent expert.

L'objectif à plus long terme est ainsi de développer un modèle d'UX inspiré du modèle CUE, spécifiquement dédié aux interactions humain-agent et dans lequel on retrouve une forte empreinte de la dimension socioémotionnelle qui s'établit entre les deux partenaires de l'interaction. Ce modèle sera accompagné d'une métrique permettant d'évaluer la qualité d'une expérience d'interaction humain-agent et de promouvoir ainsi une meilleure expérience utilisateur.

Annexes

Annexe A

Matériel expérimental et outils psychométriques

Accès aux vidéos d'interactions humain-agent et humain-humain développées dans notre approche perceptive :

- Exemple d'une vidéo impliquant une conseillère virtuelle animée qui dispose d'une communication verbale orale et écrite et d'une communication non-verbale, dans la condition intime : <https://www.youtube.com/watch?v=MYfnqGO9rQ>

- Exemple d'une vidéo impliquant une conseillère virtuelle animée qui dispose d'une communication verbale orale et écrite et d'une communication non-verbale, dans la condition non intime : <https://www.youtube.com/watch?v=GCPr4ivUHI>

- Exemple d'une vidéo impliquant une conseillère humaine dans la condition intime : <https://www.youtube.com/watch?v=5NJQjk17j8I>

- Exemple d'une vidéo impliquant une conseillère humaine dans la condition non intime : <https://www.youtube.com/watch?v=hAvu2O-I25I>



FIGURE A.1 – Représentation des 36 conditions expérimentales présentées dans l'expérimentation 1.

Questionnaires. Echange touristique #1

Lancez la vidéo dès que vous êtes prêt à la visionner. N'oubliez pas que vous ne devez la regarder qu'une seule fois et en entier.



Nous vous proposons maintenant de remplir un questionnaire sur l'attitude de la guide touristique virtuelle, au cours de cet extrait vidéo.

Ce questionnaire contient des affirmations. Lisez chacune d'elles attentivement.

Pour chaque affirmation, déplacez le curseur pour indiquer votre degré d'accord avec les affirmations de 0% (pas du tout d'accord) à 100% (tout à fait d'accord).

FIGURE A.2 – Illustration d'une vidéo d'interaction humain-agent disponible dans le questionnaire de l'étude 1 et l'étude 2.

Votre perception de la conseillère touristique virtuelle

Nous allons dans un premier temps vous interroger sur votre perception de la conseillère touristique virtuelle au cours de l'interaction.

* Le questionnaire comprend 15 affirmations.
Pour chacune, vous devez déplacer le curseur pour indiquer votre degré d'accord de 0% (pas du tout d'accord) à 100% (tout à fait d'accord) avec l'affirmation proposée.

La conseillère touristique virtuelle ...

- Seuls les nombres sont acceptés.
- Chaque entrée doit être entre 0 et 100

a été spontanée avec moi	90
s'est dévoilée à moi	90
a montré ses faiblesses	90
m'a donné son avis	90
a exprimé ses émotions	90
a apprécié échanger avec moi	90
a été avenante avec moi	90
a recherché à se rapprocher de moi	90
a été serviable avec moi	90
se souvient de moi	90
m'a comprise(e)	90
a été crédible	90
m'a inspiré confiance	90
était disposée à m'écouter	90
s'est souciée de moi	90

FIGURE A.3 – Échelle de mesure VIS administrée à la 1ère personne dans le questionnaire de l'étude 3.

***Quel comportement de la guide touristique virtuelle avez vous pu observer pendant cet échange ?**

- Elle s'est retournée
- Je ne sais pas, je n'ai pas prêté attention
- Elle a passé sa main dans les cheveux
- Aucune des réponses présentes
- Elle s'est gratté les yeux
- Elle a bâillé

***Précisez la thématique abordée par la touriste dans cet échange ?**

- L'emplacement de la Poste
- L'heure d'ouverture du marché
- Le prix d'entrée dans la cathédrale
- La réservation d'une chambre d'hôte
- Un déjeuner dans un restaurant asiatique

FIGURE A.4 – Tâche de reconnaissance des informations verbales et non-verbales administrée dans le questionnaire de l'étude 1 et de l'étude 2.

* Le questionnaire comprend 36 affirmations.

Pour chacune, indiquez votre degré d'accord avec l'affirmation proposée, à l'aide des boutons allant de 1 (pas du tout d'accord) à 7 (tout à fait d'accord).

● Cette question est obligatoire
● Veuillez compléter toutes les parties.

	1 - pas du tout	2	3	4	5	6	7 - tout à fait
J'étais conscient(e) de la présence de la conseillère	<input type="radio"/>						
La conseillère était consciente de ma présence	<input type="radio"/>						
La présence de la conseillère était évidente pour moi	<input type="radio"/>						
Ma présence était évidente pour la conseillère	<input type="radio"/>						
La conseillère a capté mon attention	<input type="radio"/>						
J'ai capté l'attention de la conseillère	<input type="radio"/>						
J'étais facilement distrait(e) de la conseillère quand d'autres choses se passaient	<input type="radio"/>						
La conseillère était facilement distraite de moi quand d'autres choses se passaient	<input type="radio"/>						
Je suis resté(e) concentré(e) sur la conseillère au cours de l'interaction	<input type="radio"/>						
La conseillère est restée concentrée sur moi au cours de l'interaction	<input type="radio"/>						
La conseillère n'a pas reçu mon entière attention	<input type="radio"/>						
Je n'ai pas reçu l'entière attention de la conseillère	<input type="radio"/>						
Mes pensées étaient claires pour la conseillère	<input type="radio"/>						
Les pensées de la conseillère étaient claires pour moi	<input type="radio"/>						
C'était facile de comprendre la conseillère	<input type="radio"/>						
La conseillère a trouvé facile de me comprendre	<input type="radio"/>						
Comprendre la conseillère était compliqué	<input type="radio"/>						
La conseillère a eu du mal à me comprendre	<input type="radio"/>						
Je pouvais dire comment la conseillère se sentait	<input type="radio"/>						
La conseillère pouvait dire comment je me sentais	<input type="radio"/>						
Les émotions de la conseillère n'étaient pas claires pour moi	<input type="radio"/>						
Mes émotions n'étaient pas claires pour la conseillère	<input type="radio"/>						
Je pourrais décrire les sentiments de la conseillère avec précision	<input type="radio"/>						
La conseillère pourrait décrire mes sentiments avec précision	<input type="radio"/>						
J'étais parfois influencé(e) par l'humeur de la conseillère	<input type="radio"/>						
	1 - pas du tout	2	3	4	5	6	7 - tout à fait
La conseillère était parfois influencée par mon humeur	<input type="radio"/>						
Les sentiments de la conseillère ont influencé le ton de notre interaction	<input type="radio"/>						
Mes sentiments ont influencé le ton de notre interaction	<input type="radio"/>						
Les attitudes de la conseillère ont influencé la manière dont je me suis senti(e)	<input type="radio"/>						
Mes attitudes ont influencé la manière dont la conseillère s'est sentie	<input type="radio"/>						
Mon comportement était souvent en réponse directe au comportement de la conseillère	<input type="radio"/>						
Le comportement de la conseillère était souvent en réponse directe à mon comportement	<input type="radio"/>						
J'ai reproduit les actions de la conseillère	<input type="radio"/>						
La conseillère a reproduit mes actions	<input type="radio"/>						
Le comportement de la conseillère était étroitement lié à mon comportement	<input type="radio"/>						
Mon comportement était étroitement lié au comportement de la conseillère	<input type="radio"/>						

FIGURE A.5 – Échelle de mesure de la présence sociale traduite de Biocca *et al.* (2003) administrée dans le questionnaire de l'étude 3.

* Le questionnaire comprend 33 affirmations.

Pour chacune, indiquez votre degré d'accord avec l'affirmation proposée, à l'aide des boutons allant de 1 (pas du tout d'accord) à 7 (tout à fait d'accord).

	1 - pas du tout	2	3	4	5	6	7 - tout à fait
Les fonctionnalités du produit sont parfaitement adaptées à mes objectifs.	<input type="radio"/>						
Je considère ce produit comme extrêmement utile.	<input type="radio"/>						
A l'aide de ce produit, je peux atteindre mes objectifs.	<input type="radio"/>						
Le produit est facile à utiliser.	<input type="radio"/>						
On perçoit rapidement comment utiliser le produit.	<input type="radio"/>						
L'utilisation du produit est facile à comprendre.	<input type="radio"/>						
Le produit est conçu de manière créative.	<input type="radio"/>						
Le design a l'air attrayant.	<input type="radio"/>						
Le produit est élégant.	<input type="radio"/>						
Le produit me donne une meilleure image auprès des autres.	<input type="radio"/>						
A travers ce produit, on me perçoit différemment.	<input type="radio"/>						
Mes amis peuvent bien être envieux de ce produit.	<input type="radio"/>						
Je ne peux pas vivre sans ce produit.	<input type="radio"/>						
Le produit est comme un ami pour moi.	<input type="radio"/>						
Si je perdais le produit, j'en serais dévasté(e).	<input type="radio"/>						
Le produit m'enthousiasme.	<input type="radio"/>						
Le produit me rend euphorique.	<input type="radio"/>						
Quand j'utilise ce produit, je me sens joyeux.	<input type="radio"/>						
Le produit me détend.	<input type="radio"/>						
Quand j'utilise ce produit, je me sens serein.	<input type="radio"/>						
Le produit m'apaise.	<input type="radio"/>						
Le produit m'énerve.	<input type="radio"/>						
Le produit me frustre.	<input type="radio"/>						
Le produit me met en colère.	<input type="radio"/>						
Le produit me fatigue.	<input type="radio"/>						
	1 - pas du tout	2	3	4	5	6	7 - tout à fait
Quand j'utilise le produit, je me sens épuisé.	<input type="radio"/>						
Quand j'utilise le produit, je me sens passif.	<input type="radio"/>						
Je n'échangerais le produit contre aucun autre.	<input type="radio"/>						
Par rapport à ce produit, les autres produits ont l'air moins perfectionnés.	<input type="radio"/>						
Je n'hésiterais pas à choisir exactement ce produit (à nouveau).	<input type="radio"/>						
Si je le pouvais, j'utiliserais le produit chaque jour.	<input type="radio"/>						
Je suis impatient d'utiliser le produit à nouveau.	<input type="radio"/>						
Quand j'utilise ce produit, il m'arrive de perdre la notion du temps.	<input type="radio"/>						

* Finalement, comment évaluez-vous ce produit dans son ensemble ?

FIGURE A.6 – Échelle de mesure de l'expérience utilisateur MeCUE selon Lallemant et Koenig (2017) administrée dans le questionnaire de l'étude 3.

Evaluation de la qualité perçue de la relation:

Comment qualifiez-vous votre relation avec l'agent virtuel (1 à 7) :

Inexistante – Evidente

Superficielle – Profonde

Naissante – De longue date

Comment jugez-vous la qualité de votre relation avec l'agent virtuel ?

1 à 100

Globalement, je suis très satisfait(e) de la relation que j'ai avec l'agent virtuel :

1 à 7

Comment décrivez-vous votre relation avec l'agent virtuel:

Plaisante – Déplaisante (1 à 7)

Heureuse – Triste (1 à 7)

Décevante – Satisfaisante (1 à 7)

Frustrante – Agréable (1 à 7)

Quel est votre ressenti sur les bénéfices de votre relation avec l'agent virtuel : (1 à 7)

J'apprécie beaucoup les avantages qu'offre l'agent virtuel dans le jeu.

J'apprécie beaucoup le gain de temps qu'offre l'agent virtuel.

Je profite des conseils que me donne l'agent virtuel.

J'ai le sentiment de mieux réussir le jeu grâce à l'agent virtuel.

J'accorde de l'importance aux interventions touristiques de l'agent virtuel.

J'apprécie la relation privilégiée que j'ai avec l'agent virtuel.

FIGURE A.7 – Échelle proposée pour la mesure de la qualité de la relation.

Annexe B

Construction de l'agent autonome

TABLE B.1 – Dictionnaire de conversion des concepts déclencheurs d'intimité implémenté pour l'étude 3 et l'étude 4.

Concept name	Example of trigger word	Gesture	Head	Facial expression	Gaze
Salutation	hello	open-hand (x2)	tilt	medium smile	toward user
		explain	nod	big smile open-mouth smile	
Introduction	my name is		tilt	medium smile	toward user
			nod	big smile	
				open-mouth smile	
Self	myself	self-directed (x2)	nod	medium smile	toward user
				big smile	down
				eyebrows up	
Enjoyment	great	open-hand(s) (x3)	tilt	medium smile	toward user
		explain (x3)	nod	big smile	up
				open-mouth smile	
User	you	open-hand (x2)	tilt	medium smile	toward user
		user-directed		big smile	
Uncertain	not sure	uncertain (x2)	tilt	ironic smile	down
		confused (x4)	shake	confused	
		sorry (x2)		questioning	
				frowning	

TABLE B.2 – Dictionnaire de conversion des concepts déclencheurs d'intimité implémenté pour l'étude 3 et l'étude 4 (suite)

Concept name	Example of trigger word	Gesture	Head	Facial expression	Gaze
Support	at your disposal	user-directed	tilt	medium smile	toward user
		explain	nod	big smile	
		suggest (x2)			
Opinion	I think	self-directed	nod	medium smile	toward user
		open-hand (x2)		big smile	
				open-mouth smile	
Self-disclosure	honestly	self-directed	nod	medium smile	toward user
		open-hand (x2)		big smile	
				open-mouth smile	
Positive feelings	I appreciate	self-directed	nod	medium smile	toward user
		open-hand (x4)		big smile	up
				open-mouth smile	
Negative feelings	I don't like	hands on hips	shake	ironic smile	toward user
				frowning	down
				confused	
Thanks	thank you	open-hand (x2)	tilt	medium smile	toward user
			nod	big smile	
				open-mouth smile	
Goodbye	Bye		tilt	medium smile	toward user
			nod	big smile	
				open-mouth smile	
Deception	I'm sorry	sorry	nod	ironic smile	toward user
				frowning	down
				confused	
				questioning	
				sad	
Personal advice	recommend	suggest (x2)	nod	medium smile	toward user
		explain (x6)		big smile	
				open-mouth smile	
Reassuring	no worry	user-directed	shake	medium smile	toward user
		explain		big smile	down
				open-mouth smile	

Annexe C

Analyses complémentaires

Matrice de corrélations des 15 items

	1-01	1-02	1-03	1-04	1-05	2-06	2-07	2-08	2-09	3-10	3-11	3-12	3-13	3-14	3-15
1-01	-														
1-02	0.385	-													
1-03	0.026	0.257	-												
1-04	0.402	0.555	0.046	-											
1-05	0.342	0.674	0.253	0.556	-										
2-06	0.52	0.493	-0.027	0.485	0.47	-									
2-07	0.48	0.296	-0.11	0.352	0.269	0.594	-								
2-08	0.292	0.561	0.176	0.442	0.616	0.424	0.32	-							
2-09	0.379	0.194	-0.19	0.289	0.131	0.453	0.535	0.132	-						
3-10	0.147	0.307	0.226	0.176	0.412	0.189	0.089	0.423	-0.134	-					
3-11	0.244	0.063	-0.31	0.094	-0.044	0.244	0.357	-0.044	0.569	0.251	-				
3-12	0.396	0.097	-0.218	0.121	0.137	0.339	0.442	0.159	0.49	0.079	0.444	-			
3-13	0.44	0.172	-0.209	0.192	0.163	0.443	0.507	0.214	0.467	0.116	0.407	0.727	-		
3-14	0.326	0.405	0.075	0.376	0.39	0.477	0.464	0.478	0.313	0.226	0.112	0.34	0.418	-	
3-15	0.464	0.373	-0.042	0.363	0.398	0.573	0.516	0.453	0.409	0.161	0.301	0.441	0.5	0.618	-

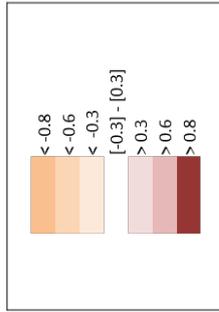


FIGURE C.1 – Matrice de corrélation des 15 items composant l'échelle de mesure VIS. Les coefficients de corrélation sont exprimés selon le coefficient r de Pearson. La significativité de la corrélation est exprimée selon un valeur de p : *** < 0.001 ; ** < 0.01 ; * < 0.05

Bibliographie

- AL-GHAITH, W. (2015). Understanding social network usage : impact of co-presence, intimacy, and immediacy. *IJACSA) International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 6(8):99–111.
- ALBRIGHT, J. M. et CONRAN, T. (2003). Desire, love, and betrayal : Constructing and deconstructing intimacy online. *Journal of Systemic Therapies*, 22(3):42–53.
- ALLMENDINGER, K. (2010). Social presence in synchronous virtual learning situations : The role of nonverbal signals displayed by avatars. *Educational Psychology Review*, 22(1):41–56.
- ALTMAN, I. et TAYLOR, D. A. (1973). *Social penetration : The development of interpersonal relationships*. Holt, Rinehart & Winston.
- ANDERSEN, P. A. et ANDERSEN, J. F. (1984). The exchange of nonverbal intimacy : A critical review of dyadic models. *Journal of Nonverbal Behavior*, 8(4):327–349.
- ANDERSON, J. R. (1985). *Cognitive psychology and its implications*. WH Freeman/Times Books/Henry Holt & Co.
- ARANYI, G. et VAN SCHAİK, P. (2015). Modeling user experience with news websites. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 66(12):2471–2493.

- ARANYI, G. et VAN SCHAİK, P. (2016). Testing a model of user-experience with news websites. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 67(7):1555–1575.
- ARAUJO, T. (2018). Living up to the chatbot hype : The influence of anthropomorphic design cues and communicative agency framing on conversational agent and company perceptions. *Computers in Human Behavior*, 85:183–189.
- ARGYLE, M. (2013). *The psychology of happiness*. Routledge.
- ARGYLE, M. et DEAN, J. (1965). Eye-contact, distance and affiliation. *Sociometry*, pages 289–304.
- ARON, L. (2013). *A meeting of minds : Mutuality in psychoanalysis*. Routledge.
- BAIENSON, J. N., AHARONI, E., BEALL, A. C., GUADAGNO, R. E., DIMOV, A. et BLASCOVICH, J. (2004). Comparing behavioral and self-report measures of embodied agents' social presence in immersive virtual environments. *In Proceedings of the 7th Annual International Workshop on PRESENCE*, pages 1864–1105.
- BAIENSON, J. N., BLASCOVICH, J., BEALL, A. C. et LOOMIS, J. M. (2003). Interpersonal distance in immersive virtual environments. *Personality and social psychology bulletin*, 29(7):819–833.
- BAIENSON, J. N., SWINTH, K., HOYT, C., PERSKY, S., DIMOV, A. et BLASCOVICH, J. (2005). The independent and interactive effects of embodied-agent appearance and behavior on self-report, cognitive, and behavioral markers of copresence in immersive virtual environments. *Presence : Teleoperators & Virtual Environments*, 14(4):379–393.

- BARCENILLA, J. et BASTIEN, J. M. C. (2009). L'acceptabilité des nouvelles technologies : quelles relations avec l'ergonomie, l'utilisabilité et l'expérience utilisateur ? *Le travail humain*, 72(4):311–331.
- BARTNECK, C., REICHENBACH, J. et BREEMEN, v. A. (2004). In your face, robot! the influence of a character's embodiment on how users perceive its emotional expressions. *In Proceedings of the Design and Emotion*, pages 32–51. Ankara Turkey.
- BATLINER, A., SCHULLER, B., SCHAEFFLER, S. et STEIDL, S. (2008). Mothers, adults, children, pets—towards the acoustics of intimacy. *In 2008 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing*, pages 4497–4500. IEEE.
- BAYLOR, A. L. et KIM, S. (2009). Designing nonverbal communication for pedagogical agents : When less is more. *Computers in Human Behavior*, 25(2):450–457.
- BEALE, R. et CREED, C. (2009). Affective interaction : How emotional agents affect users. *International journal of human-computer studies*, 67(9):755–776.
- BERG, J. H. (1987). Responsiveness and self-disclosure. *In Self-disclosure*, pages 101–130. Springer.
- BERNIERI, F. J., GILLIS, J. S., DAVIS, J. M. et GRAHE, J. E. (1996). Dyad rapport and the accuracy of its judgment across situations : A lens model analysis. *Journal of Personality and Social Psychology*, 71(1):110.
- BEVAN, N. (2009). What is the difference between the purpose of usability and user experience evaluation methods. *In Proceedings of the Workshop UXEM*, volume 9, pages 1–4.

- BICKMORE, T., BUKHARI, L., VARDOULAKIS, L. P., PAASCHE-ORLOW, M. et SHANAHAN, C. (2012). Hospital buddy : A persistent emotional support companion agent for hospital patients. *In International Conference on Intelligent Virtual Agents*, pages 492–495. Springer.
- BICKMORE, T. et CASSELL, J. (2001). Relational agents : a model and implementation of building user trust. *In Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, pages 396–403. ACM.
- BICKMORE, T. et CASSELL, J. (2005). Social dialogue with embodied conversational agents. *In Advances in natural multimodal dialogue systems*, pages 23–54. Springer.
- BICKMORE, T., GRUBER, A. et PICARD, R. (2005). Establishing the computer-patient working alliance in automated health behavior change interventions. *Patient education and counseling*, 59(1):21–30.
- BICKMORE, T. et SCHULMAN, D. (2009). A virtual laboratory for studying long-term relationships between humans and virtual agents. *In Proceedings of The 8th International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems-Volume 1*, pages 297–304.
- BICKMORE, T. et SCHULMAN, D. (2012). Empirical validation of an accommodation theory-based model of user-agent relationship. *In International Conference on Intelligent Virtual Agents*, pages 390–403. Springer.
- BICKMORE, T., SCHULMAN, D. et YIN, L. (2009). Engagement vs. deceit : Virtual humans with human autobiographies. *In International Conference on Intelligent Virtual Agents*, pages 6–19. Springer.
- BICKMORE, T., SCHULMAN, D. et YIN, L. (2010a). Maintaining engagement in long-term interventions with relational agents. *Applied Artificial Intelligence*, 24(6):648–666.

- BICKMORE, T., TRINH, H., HOPPMANN, M. et ASADI, R. (2016). Virtual agents in the classroom : Experience fielding a co-presenter agent in university courses. *In International Conference on Intelligent Virtual Agents*, pages 154–163. Springer.
- BICKMORE, T. W., PFEIFER, L. M., BYRON, D., FORSYTHE, S., HENAULT, L. E., JACK, B. W., SILLIMAN, R. et PAASCHE-ORLOW, M. K. (2010b). Usability of conversational agents by patients with inadequate health literacy : evidence from two clinical trials. *Journal of health communication*, 15(S2):197–210.
- BIOCCA, F. (1997). The cyborg’s dilemma : Progressive embodiment in virtual environments. *Journal of computer-mediated communication*, 3(2):JCMC324.
- BIOCCA, F., BURGOON, J., HARMS, C. et STONER, M. (2001). Criteria and scope conditions for a theory and measure of social presence. *Presence : Teleoperators and virtual environments*.
- BIOCCA, F. et HARMS, C. (2002). Defining and measuring social presence : Contribution to the networked minds theory and measure. *Proceedings of PRESENCE*, 2002:1–36.
- BIOCCA, F., HARMS, C. et BURGOON, J. K. (2003). Toward a more robust theory and measure of social presence : Review and suggested criteria. *Presence : Teleoperators & virtual environments*, 12(5):456–480.
- BIRNBAUM, G. E., MIZRAHI, M., HOFFMAN, G., REIS, H. T., FINKEL, E. J. et SASS, O. (2016). What robots can teach us about intimacy : The reassuring effects of robot responsiveness to human disclosure. *Computers in Human Behavior*, 63:416–423.
- BLUMER, H. (1986). *Symbolic interactionism : Perspective and method*. Univ of California Press.

- BOBILLIER-CHAUMON, M.-E. et DUBOIS, M. (2009). L'adoption des technologies en situation professionnelle : quelles articulations possibles entre acceptabilité et acceptation ? *Le travail humain*, 72(4):355–382.
- BOUCHER, E. M., HANCOCK, J. T. et DUNHAM, P. J. (2008). Interpersonal sensitivity in computer-mediated and face-to-face conversations. *Media Psychology*, 11(2):235–258.
- BRADLEY, M. M. et LANG, P. J. (1994). Measuring emotion : the self-assessment manikin and the semantic differential. *Journal of behavior therapy and experimental psychiatry*, 25(1):49–59.
- BREED, G. (1972). The effect of intimacy : Reciprocity or retreat? *British journal of social and clinical psychology*, 11(2):135–142.
- BROCK, J. K.-U. et ZHOU, J. Y. (2012). Customer intimacy. *The Journal of Business and Industrial Marketing*, 27(5):370–383.
- BROOKE, J. (1996). Sus : a “quick and dirty” usability. *Usability evaluation in industry*, page 189.
- BRUUN, A. et AHM, S. (2015). Mind the gap! comparing retrospective and concurrent ratings of emotion in user experience evaluation. *In IFIP Conference on Human-Computer Interaction*, pages 237–254. Springer.
- BUISINE, S. (2007). *Conception et évaluation d'agents conversationnels multimodaux bidirectionnels*. Thèse de doctorat, Atelier national de Reproduction des Thèses.
- BUISINE, S., COURGEON, M., CHARLES, A., CLAVEL, C., MARTIN, J.-C., TAN, N. et GRYNSPAN, O. (2014). The role of body postures in the recognition of emotions in contextually rich scenarios. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 30(1):52–62.

- BURGER, F. (2016). Agents sharing secrets-self-disclosure in long-term child-avatar interaction. Mémoire de D.E.A., Facultéit der Sociale Wetenschappen.
- BURGER, F., BROEKENS, J. et NEERINCX, M. A. (2016a). A disclosure intimacy rating scale for child-agent interaction. *In International Conference on Intelligent Virtual Agents*, pages 392–396. Springer.
- BURGER, F., BROEKENS, J. et NEERINCX, M. A. (2016b). Fostering relatedness between children and virtual agents through reciprocal self-disclosure. *In Benelux Conference on Artificial Intelligence*, pages 137–154. Springer.
- BURGOON, J. K. et BACUE, A. E. (2003). Nonverbal communication skills. *In J. O. Greene and B. R. Burleson (Eds.), Handbook of communication and social interaction skills*, pages 179—219.
- BURGOON, J. K. et HALE, J. L. (1988). Nonverbal expectancy violations : Model elaboration and application to immediacy behaviors. *Communications Monographs*, 55(1):58–79.
- BURGOON, J. K. et LE POIRE, B. A. (1999). Nonverbal cues and interpersonal judgments : Participant and observer perceptions of intimacy, dominance, composure, and formality. *Communications Monographs*, 66(2):105–124.
- CAFARO, A., VILHJÁLMSSON, H. H. et BICKMORE, T. (2016). First impressions in human-agent virtual encounters. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, 23(4):24.
- CAHOUR, B. et LANCRY, A. (2011). Émotions et activités professionnelles et quotidiennes. *Le travail humain*, 74(2):97–106.
- CAMPOS-CASTILLO, C. et HITLIN, S. (2013). Copresence : Revisiting a building block for social interaction theories. *Sociological Theory*, 31(2):168–192.

- CASSELL, J., VILHJÁLMSSON, H. H. et BICKMORE, T. (2004). Beat : the behavior expression animation toolkit. *In Life-Like Characters*, pages 163–185. Springer.
- CEREKOVIC, A., ARAN, O. et GATICA-PEREZ, D. (2016). Rapport with virtual agents : What do human social cues and personality explain? *IEEE Transactions on Affective Computing*, 8(3):382–395.
- CEREZO, E., BALDASSARRI, S. et SERON, F. (2007). Interactive agents for multimodal emotional user interaction. *In Proc. of IADIS International Conference Interfaces and Human Computer Interaction*, pages 35–42.
- CHAN, G. H.-Y. et LO, T. W. (2014). Do friendship and intimacy in virtual communications exist? an investigation of online friendship and intimacy in the context of hidden youth in hong kong. *Revista de Cercetare si Interventie Sociala*, 47:117.
- CHEETHAM, M., PEDRONI, A., ANTLEY, A., SLATER, M. et JÄNCKE, L. (2009). Virtual milgram : empathic concern or personal distress? evidence from functional mri and dispositional measures. *Frontiers in human neuroscience*, 3:29.
- CHELUNE, G. J. (1976). Self-disclosure situations survey : A new approach to measuring self-disclosure. *American Psychological Association*.
- CHELUNE, G. J., ROBISON, J. T. et KOMMOR, M. J. (1984). A cognitive interactional model of intimate relationships. *Communication, intimacy, and close relationships*, pages 11–40.
- CHIN, J. P., DIEHL, V. A. et NORMAN, K. L. (1988). Development of an instrument measuring user satisfaction of the human-computer interface. *In Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, pages 213–218.

- CHOI, Y. K., MIRACLE, G. E. et BIOCCA, F. (2001). The effects of anthropomorphic agents on advertising effectiveness and the mediating role of presence. *Journal of Interactive Advertising*, 2(1):19–32.
- CLAVEL, C., PLESSIER, J., MARTIN, J.-C., ACH, L. et MOREL, B. (2009). Combining facial and postural expressions of emotions in a virtual character. *In International Conference on Intelligent Virtual Agents*, pages 287–300. Springer.
- COLLINS, N. L. et MILLER, L. C. (1994). Self-disclosure and liking : a meta-analytic review. *Psychological bulletin*, 116(3):457.
- COURGEON, M., CLAVEL, C., TAN, N. et MARTIN, J.-C. (2011). Front view vs. side view of facial and postural expressions of emotions in a virtual character. *In Transactions on edutainment VI*, pages 132–143. Springer.
- COWELL, A. J. et STANNEY, K. M. (2003). On manipulating nonverbal interaction style to increase anthropomorphic computer character credibility. *In Proceedings of AAMAS 2003 workshop : Embodied conversational characters as individuals*.
- DAVIS, D. (1982). Determinants of responsiveness in dyadic interaction. *In Personality, roles, and social behavior*, pages 85–139. Springer.
- DAVIS, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS quarterly*, pages 319–340.
- DAVIS, F. D., BAGOZZI, R. P. et WARSHAW, P. R. (1989). User acceptance of computer technology : a comparison of two theoretical models. *Management science*, 35(8):982–1003.
- de BORST, A. W. et de GELDER, B. (2015). Is it the real deal? perception of virtual characters versus humans : an affective cognitive neuroscience perspective. *Frontiers in Psychology*, 6:576.

- de BORST, A. W., SANCHEZ-VIVES, M. V., SLATER, M. et de GELDER, B. (2018). First person experience of threat modulates cortical network encoding human peripersonal space. *bioRxiv*, page 314971.
- DE WAAL, F. B. (2008). Putting the altruism back into altruism : the evolution of empathy. *Annu. Rev. Psychol.*, 59:279–300.
- DECETY, J. et JACKSON, P. L. (2004). The functional architecture of human empathy. *Behavioral and cognitive neuroscience reviews*, 3(2):71–100.
- DESCUTNER, C. J. et THELEN, M. H. (1991). Development and validation of a fear-of-intimacy scale. *Psychological assessment : A journal of consulting and clinical psychology*, 3(2):218.
- DESMET, P. (2003). Measuring emotion : Development and application of an instrument to measure emotional responses to products. *In Funology*, pages 111–123. Springer.
- DEVVAULT, D., ARTSTEIN, R., BENN, G., DEY, T., FAST, E., GAINER, A., GEORGILA, K., GRATCH, J., HARTHOLT, A., LHOMMET, M. *et al.* (2014). Simsensei kiosk : A virtual human interviewer for healthcare decision support. *In Proceedings of the 2014 international conference on Autonomous agents and multi-agent systems*, pages 1061–1068.
- DILLON, A. (2001). User acceptance of information technology. *In Encyclopedia of Human Factors and Ergonomics*. London : Taylor and Francis.
- DOURISH, P. (2003). The appropriation of interactive technologies : Some lessons from placeless documents. *Computer Supported Cooperative Work (CSCW)*, 12(4):465–490.
- DUBEY, S. K. et RANA, A. (2010). Analytical roadmap to usability definitions and decompositions. *International Journal of Engineering Science and Technology*, 2(9):4723–4729.

- DUCK, S., RUTT, D. J., HOY, M. et STREJC, H. H. (1991). Some evident truths about conversations in everyday relationships all communications are not created equal. *Human communication research*, 18(2):228–267.
- DUDLEY, R. M. (2014). *Uniform central limit theorems*, volume 142. Cambridge university press.
- EGGES, A., MOLET, T. et MAGNENAT-THALMANN, N. (2004). Personalised real-time idle motion synthesis. In *12th Pacific Conference on Computer Graphics and Applications, 2004. PG 2004. Proceedings.*, pages 121–130. IEEE.
- EKMAN, P. et FRIESEN, W. V. (2003). *Unmasking the face : A guide to recognizing emotions from facial clues*. Ishk.
- ESPOSITO, A. et JAIN, L. C. (2016). Modeling emotions in robotic socially believable behaving systems. In *Toward Robotic Socially Believable Behaving Systems-Volume I*, pages 9–14. Springer.
- FABRIGAR, L. R., WEGENER, D. T., MACCALLUM, R. C. et STRAHAN, E. J. (1999). Evaluating the use of exploratory factor analysis in psychological research. *Psychological methods*, 4(3):272.
- FÉVRIER, F., GAUDUCHEAU, N., JAMET, E., ROUXEL, G. et SALEMBIER, P. (2011). La prise en compte des affects dans le domaine des interactions homme-machine : quels modèles, quelles méthodes, quels bénéfices ? *Le travail humain*, 74(2):183–201.
- FLANAGAN, J. R. et JOHANSSON, R. S. (2003). Action plans used in action observation. *Nature*, 424(6950):769–771.
- FORLIZZI, J. et BATTARBEE, K. (2004). Understanding experience in interactive systems. In *Proceedings of the 5th conference on Designing interactive systems : processes, practices, methods, and techniques*, pages 261–268.

- FOURNIER, S. (1998). Consumers and their brands : Developing relationship theory in consumer research. *Journal of consumer research*, 24(4):343–373.
- FRIDLUND, A. J. (1991). Sociality of solitary smiling : Potentiation by an implicit audience. *Journal of personality and social psychology*, 60(2):229.
- FRIJDA, N. H. (1988). The laws of emotion. *American psychologist*, 43(5):349.
- GAVER, B. (2002). Provocative awareness. *Computer Supported Cooperative Work (CSCW)*, 11(3-4):475–493.
- GRABENHORST, F., ROSENTHAL-VON DER PÜTTEN, A., KRÄMER, N., MADERWALD, S. et BRAND, M. (2019). Neural mechanisms for accepting and rejecting artificial social partners in the uncanny valley. *Society for Neuroscience*, 39(33):6555–6570.
- GRANDJEAN, D. et SCHERER, K. R. (2014). Chapitre 2. théorie de l'évaluation cognitive et dynamique des processus émotionnels. In *Traité de psychologie des émotions*, pages 51–87. Dunod.
- GRASSMAN, R. et CASE, P. (2009). Virtual intimacy : Desire and ideology in virtual social networks. In *Virtual social networks*, pages 175–193. Springer.
- GRATCH, J., WANG, N., GERTEN, J., FAST, E. et DUFFY, R. (2007). Creating rapport with virtual agents. In *International workshop on intelligent virtual agents*, pages 125–138. Springer.
- GUADAGNO, R. E., SWINTH, K. R. et BLASCOVICH, J. (2011). Social evaluations of embodied agents and avatars. *Computers in Human Behavior*, 27(6): 2380–2385.
- GUNAWARDENA, C. N., NOLLA, A. C., WILSON, P. L., LOPEZ-ISLAS, J. R., RAMIREZ-ANGEL, N. et MEGCHUN-ALPIZAR, R. M. (2001). A cross-cultural

- study of group process and development in online conferences. *Distance Education*, 22(1):85–121.
- GUNAWARDENA, C. N. et ZITTLE, F. J. (1997). Social presence as a predictor of satisfaction within a computer-mediated conferencing environment. *American journal of distance education*, 11(3):8–26.
- GUNKEL, D. J. (2012). Communication and artificial intelligence : Opportunities and challenges for the 21st century. *communication+ 1*, 1(1):1–25.
- HACKMAN, M. Z. et WALKER, K. B. (1990). Instructional communication in the televised classroom : The effects of system design and teacher immediacy on student learning and satisfaction. *Communication Education*, 39(3):196–206.
- HAN, S., MIN, J. et LEE, H. (2016). Building relationships within corporate SNS accounts through social presence formation. *International Journal of Information Management*, 36(6):945–962.
- HANCOCK, J. T. et DUNHAM, P. J. (2001). Impression formation in computer-mediated communication revisited : An analysis of the breadth and intensity of impressions. *Communication research*, 28(3):325–347.
- HANNA, N. et RICHARDS, D. (2018). The impact of multimodal communication on a shared mental model, trust, and commitment in human–intelligent virtual agent teams. *Multimodal Technologies and Interaction*, 2(3):48.
- HARMS, C. et BIOCCHA, F. (2004). Internal consistency and reliability of the networked minds measure of social presence. In M. Alcaniz and B. Rey (Eds.), *Seventh Annual International Workshop : Presence 2004*.
- HASSENZAHN, M. (2003). The thing and i : understanding the relationship between user and product. In *Funology : From Usability to Enjoyment*, M. Blythe, C. Overbeeke, A.F. Monk and P.C., pages 31–42.

- HASSENZAHL, M. (2004). The interplay of beauty, goodness, and usability in interactive products. *Human-Computer Interaction*, 19(4):319–349.
- HASSENZAHL, M. (2007). The hedonic/pragmatic model of user experience. *Towards a UX manifesto*, 10.
- HASSENZAHL, M., BURMESTER, M. et KOLLER, F. (2003). Attrakdiff : Ein fragebogen zur messung wahrgenommener hedonischer und pragmatischer qualität. In *Mensch & computer 2003*, pages 187–196. Springer.
- HATFIELD, E., CACIOPPO, J. T. et RAPSON, R. L. (1992). Primitive emotional contagion. *Review of personality and social psychology*, 14:151–177.
- HELLER, P. E. et WOOD, B. (1998). The process of intimacy : Similarity, understanding and gender. *Journal of Marital and Family therapy*, 24(3): 273–288.
- HENDRICK, S. S. (1988). A generic measure of relationship satisfaction. *Journal of Marriage and the Family*, pages 93–98.
- HIAN, L. B., CHUAN, S. L., TREVOR, T. M. K. et DETENBER, B. H. (2004). Getting to know you : Exploring the development of relational intimacy in computer-mediated communication. *Journal of computer-mediated communication*, 9(3):JCMC935.
- HINDE, R. A. (1974). *Biological bases of human social behaviour*. McGraw-Hill.
- HINDE, R. A. (1981). The bases of a science of interpersonal relationships. *Personal relationships*, 1:1–22.
- HOJAT, M. (2007). *Empathy in patient care : antecedents, development, measurement, and outcomes*. Springer Science & Business Media.

- HORNBAEK, K. et HERTZUM, M. (2017). Technology acceptance and user experience : A review of the experiential component in hci. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, 24(5):1–30.
- HUME, D. (2012). Emotions and moods. *Organizational behavior*, pages 258–297.
- ISO9241-11 (1998). *ISO 9241-11 : Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) : Part 11 : Guidance on usability*.
- ISO9241-210 (2010). International organization for standardization. *Ergonomics of human-system interaction – Part 210 : Human-centered design for interactive systems*.
- JAKOBS, E., MANSTEAD, A. S. et FISCHER, A. H. (1999). Social motives, emotional feelings, and smiling. *Cognition & Emotion*, 13(4):321–345.
- JIANG, L. C., BAZAROVA, N. N. et HANCOCK, J. T. (2011). The disclosure-intimacy link in computer-mediated communication : An attributional extension of the hyperpersonal model. *Human communication research*, 37(1):58–77.
- JIANG, L. C., BAZAROVA, N. N. et HANCOCK, J. T. (2013). From perception to behavior : Disclosure reciprocity and the intensification of intimacy in computer-mediated communication. *Communication Research*, 40(1):125–143.
- JOKINEN, J. P. (2015). Emotional user experience : Traits, events, and states. *International Journal of Human-Computer Studies*, 76:67–77.
- JORDAN, P. W. (1999). Pleasure with products : Human factors for body, mind and soul. *Human factors in product design : Current practice and future trends*, pages 206–217.

- JOURARD, S. M. et LASAKOW, P. (1958). Some factors in self-disclosure. *The Journal of Abnormal and Social Psychology*, 56(1):91.
- KANG, M., CHOI, H. et PARK, S. (2007). Construction and validation of a social presence scale for measuring online learners' involvement. *In EdMedia+ Innovate Learning*, pages 1829–1833. Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- KANG, S.-H., GRATCH, J., SIDNER, C., ARTSTEIN, R., HUANG, L. et MORENCY, L.-P. (2012). Towards building a virtual counselor : modeling nonverbal behavior during intimate self-disclosure. *In Proceedings of the 11th International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems- Volume 1*, pages 63–70. International Foundation for Autonomous Agents and Multiagent Systems.
- KAYE, J., LEVITT, M. K., NEVINS, J., GOLDEN, J. et SCHMIDT, V. (2005). Communicating intimacy one bit at a time. *In CHI'05 extended abstracts on Human factors in computing systems*, pages 1529–1532. ACM.
- KIM, J., LEE, J. et CHOI, D. (2003). Designing emotionally evocative homepages : an empirical study of the quantitative relations between design factors and emotional dimensions. *International Journal of Human-Computer Studies*, 59(6):899–940.
- KING, C. E. et CHRISTENSEN, A. (1983). The relationship events scale : A guttman scaling of progress in courtship. *Journal of Marriage and the Family*, pages 671–678.
- KIRAKOWSKI, J. et CORBETT, M. (1993). Sumi : The software usability measurement inventory. *British journal of educational technology*, 24(3):210–212.
- KLEIN, J. T. et SHEPHERD, S. V. (2009). Social attention and the brain. *Current Biology*, 19:958–962.

- KRÄMER, N. C., LUCAS, G., SCHMITT, L. et GRATCH, J. (2018). Social snacking with a virtual agent—on the interrelation of need to belong and effects of social responsiveness when interacting with artificial entities. *International Journal of Human-Computer Studies*, 109:112–121.
- KRÄMER, N. C., SIMONS, N. et KOPP, S. (2007). The effects of an embodied conversational agent’s nonverbal behavior on user’s evaluation and behavioral mimicry. *In International Workshop on Intelligent Virtual Agents*, pages 238–251. Springer.
- KUNTER, M., FRENZEL, A., NAGY, G., BAUMERT, J. et PEKRUN, R. (2011). Teacher enthusiasm : Dimensionality and context specificity. *Contemporary Educational Psychology*, 36(4):289–301.
- L’ABATE, L. et L’ABATE, B. L. (1979). The paradoxes of intimacy. *Family Therapy*, 6(3):175.
- LALLEMAND, C., GRONIER, G. et KOENIG, V. (2015a). User experience : A concept without consensus? exploring practitioners’ perspectives through an international survey. *Computers in Human Behavior*, 43:35–48.
- LALLEMAND, C. et KOENIG, V. (2017). How could an intranet be like a friend to me? : Why standardized ux scales don’t always fit. *In Proceedings of the European Conference on Cognitive Ergonomics 2017*, pages 9–16. ACM.
- LALLEMAND, C., KOENIG, V., GRONIER, G. et MARTIN, R. (2015b). Création et validation d’une version française du questionnaire attrakdiff pour l’évaluation de l’expérience utilisateur des systèmes interactifs. *European Review of Applied Psychology*, 65(5):239–252.
- LAUGWITZ, B., SCHREPP, M. et HELD, T. (2006). Konstruktion eines fragebogens zur messung der user experience von softwareprodukten. *Mensch und Computer 2006 : Mensch und Computer im Strukturwandel*, pages 125–134.

- LAURENCEAU, J.-P., BARRETT, L. F. et PIETROMONACO, P. R. (1998). 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.
- LAURENCEAU, J.-P., BARRETT, L. F. et ROVINE, M. J. (2005). The interpersonal process model of intimacy in marriage : A daily-diary and multilevel modeling approach. *Journal of family psychology*, 19(2):314.
- LAZARUS, R. S. (2001). Relational meaning and discrete emotions. In K. R. Scherer, A. Schorr, & T. Johnstone (Eds.), *Series in affective science. Appraisal processes in emotion : Theory, methods, research*, pages 37—67.
- LEE, A. R., PARK, Y. W. et PARK, Y. (2017). The impact of functional and emotional factors on user satisfaction and commitment toward mobile messenger service : Investigating the mediating effects of intimacy and fatigue. *Journal of Society for e-Business Studies*, 21(1).
- LEE, S. et CHOI, J. (2017). Enhancing user experience with conversational agent for movie recommendation : Effects of self-disclosure and reciprocity. *International Journal of Human-Computer Studies*, 103:95–105.
- LEE, V. et WAGNER, H. (2002). The effect of social presence on the facial and verbal expression of emotion and the interrelationships among emotion components. *Journal of Nonverbal Behavior*, 26(1):3–25.
- LEE, Y. et KWON, O. (2011). Intimacy, familiarity and continuance intention : An extended expectation–confirmation model in web-based services. *Electronic Commerce Research and Applications*, 10(3):342–357.
- LEONARD, R. C., KNOTT, L. E., LEE, E. B., SINGH, S., SMITH, A. H., KANTER, J., NORTON, P. J. et WETTERNECK, C. T. (2014). The development of

- the functional analytic psychotherapy intimacy scale. *The Psychological Record*, 64(4):647–657.
- LEVI, M. D. et CONRAD, F. G. (1997). Usability testing of world wide web sites. In *Conference on Human Factors in Computing Systems : CHI'97 extended abstracts on Human factors in computing systems : looking to the future*, volume 22, pages 227–227.
- LI, J., KIZILCEC, R., BAILENSON, J. et JU, W. (2016). Social robots and virtual agents as lecturers for video instruction. *Computers in Human Behavior*, 55:1222–1230.
- LI, Y.-W. (2009). Personalization as a strategy to build customer relationship : The role of intimacy. *PACIS 2009 Proceedings*, page 97.
- LIANG, T.-P., CHEN, H.-Y. et TURBAN, E. (2009a). Effect of personalization on the perceived usefulness of online customer services : A dual-core theory. In *Proceedings of the 11th International Conference on Electronic Commerce*, pages 279–288.
- LIANG, T.-P., LI, Y.-W. et TURBAN, E. (2009b). Personalized services as empathic responses : The role of intimacy. *PACIS 2009 Proceedings*, page 73.
- LIEW, T. W., ZIN, N. A. M. et SAHARI, N. (2017). Exploring the affective, motivational and cognitive effects of pedagogical agent enthusiasm in a multimedia learning environment. *Human-centric Computing and Information Sciences*, 7(1):1.
- LINDGAARD, G. et DUDEK, C. (2003). What is this evasive beast we call user satisfaction? *Interacting with computers*, 15(3):429–452.
- LISSETTI, C., AMINI, R., YASAVUR, U. et RISHE, N. (2013). I can help you change! an empathic virtual agent delivers behavior change health inter-

- ventions. *ACM Transactions on Management Information Systems (TMIS)*, 4(4):19.
- LOMANOWSKA, A. M. et GUITTON, M. J. (2016). Online intimacy and well-being in the digital age. *Internet Interventions*, 4:138–144.
- LOMBARD, M. et DITTON, T. (1997). At the heart of it all : The concept of presence. *Journal of computer-mediated communication*, 3(2):JCMC321.
- LOPEZ, F. G. et RICE, K. G. (2006). Preliminary development and validation of a measure of relationship authenticity. *Journal of Counseling Psychology*, 53(3):362.
- LUCAS, G. M., GRATCH, J., KING, A. et MORENCY, L.-P. (2014). It's only a computer : Virtual humans increase willingness to disclose. *Computers in Human Behavior*, 37:94–100.
- LUGER, E. et SELLEN, A. (2016). " like having a really bad pa" the gulf between user expectation and experience of conversational agents. *In Proceedings of the 2016 CHI conference on human factors in computing systems*, pages 5286–5297.
- MACRAE, C. N., HOOD, B. M., MILNE, A. B., ROWE, A. C. et MASON, M. F. (2002). Are you looking at me ? eye gaze and person perception. *Psychological science*, 13(5):460–464.
- MAHLKE, S. (2008). *User experience of interaction with technical systems*. Thèse de doctorat, Technischen Universität Berlin.
- MAHLKE, S. et LINDGAARD, G. (2007). Emotional experiences and quality perceptions of interactive products. *In International Conference on Human-Computer Interaction*, pages 164–173. Springer.

- MAHLKE, S. et THÜRING, M. (2007). Studying antecedents of emotional experiences in interactive contexts. *In Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, pages 915–918.
- MASLOW, A. H. (1943). A theory of human motivation. *Psychological review*, 50(4):370.
- MATSUYAMA, Y., BHARDWAJ, A., ZHAO, R., ROMEO, O., AKOJU, S. et CASSELL, J. (2016). Socially-aware animated intelligent personal assistant agent. *In Proceedings of the 17th Annual Meeting of the Special Interest Group on Discourse and Dialogue*, pages 224–227.
- MAXWELL, G. M. (1985). Behaviour of lovers : Measuring the closeness of relationships. *Journal of Social and Personal Relationships*, 2(2):215–238.
- MEHRABIAN, A. (1969). Significance of posture and position in the communication of attitude and status relationships. *Psychological Bulletin*, 71(5):359.
- MENDELSON, M. et ABOUD, F. (2012). McGill friendship questionnaire—respondent’s affection (mfq-ra). *Measurement Instrument Database for the Social Science*.
- MENDELSON, M. J. et ABOUD, F. E. (1999). Measuring friendship quality in late adolescents and young adults : McGill friendship questionnaires. *Canadian Journal of Behavioural Science*, 31(2):130.
- MENTO, A. J., LOCKE, E. A. et KLEIN, H. J. (1992). Relationship of goal level to valence and instrumentality. *Journal of Applied Psychology*, 77(4):395.
- MILLER, L. C. (1990). Intimacy and liking : Mutual influence and the role of unique relationships. *Journal of Personality and Social Psychology*, 59(1):50.

- MILLER, L. C., BERG, J. H. et ARCHER, R. L. (1983). Openers : Individuals who elicit intimate self-disclosure. *Journal of personality and social psychology*, 44(6):1234.
- MILLER, R. (2015). *Intimate Relationships*. McGraw-Hill Education, 7 édition.
- MILLER, R. S. et LEFCOURT, H. M. (1982). The assessment of social intimacy. *Journal of Personality Assessment*, 46(5):514–518.
- MIMOUN, M. et PONCIN, I. (2010). Agents virtuels vendeurs : que veulent les consommateurs. *In Proc. of the Workshop sur les Agents Conversationnels Animés*, pages 99–106.
- MIMOUN, M. S. B. et PONCIN, I. (2015). A valued agent : How ecas affect website customers' satisfaction and behaviors. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 26:70–82.
- MIMOUN, M. S. B., PONCIN, I. et GARNIER, M. (2012). Case study—embodied virtual agents : An analysis on reasons for failure. *Journal of Retailing and Consumer services*, 19(6):605–612.
- MINGE, M., THÜRING, M. et WAGNER, I. (2016). Developing and validating an english version of the mecue questionnaire for measuring user experience. *In Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, volume 60, pages 2063–2067. SAGE Publications Sage CA : Los Angeles, CA.
- MISCHEL, W. (1973). Toward a cognitive social learning reconceptualization of personality. *Psychological review*, 80(4):252.
- MOLLARD, R. et WOLFF, M. (2014). Necessity of incorporating human factors in the design of interactive systems. *Journal européen des systèmes automatisés*, 48(4,5,6):251–260.

- MOON, Y. (2000). Intimate exchanges : Using computers to elicit self-disclosure from consumers. *Journal of consumer research*, 26(4):323–339.
- MOORS, A., ELLSWORTH, P. C., SCHERER, K. R. et FRIJDA, N. H. (2013). Appraisal theories of emotion : State of the art and future development. *Emotion Review*, 5(2):119–124.
- MORI, M. (1970). The uncanny valley. *Energy*, 7(4):33–35.
- MORI, M., MACDORMAN, K. F. et KAGEKI, N. (2012). The uncanny valley [from the field]. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 19(2):98–100.
- MORTON, T. L. (1978). Intimacy and reciprocity of exchange : A comparison of spouses and strangers. *Journal of Personality and Social Psychology*, 36(1):72.
- MOSER, E., DERNTL, B., ROBINSON, S., FINK, B., GUR, R. C. et GRAMMER, K. (2007). Amygdala activation at 3t in response to human and avatar facial expressions of emotions. *Journal of neuroscience methods*, 161(1):126–133.
- MOTTET, T. P. et BEEBE, S. A. (2002). Relationships between teacher nonverbal immediacy, student emotional response, and perceived student learning. *Communication Research Reports*, 19(1):77–88.
- MOTTET, T. P., BEEBE, S. A., RAFFELD, P. C. et MEDLOCK, A. L. (2004). The effects of student verbal and nonverbal responsiveness on teacher self-efficacy and job satisfaction. *Communication Education*, 53(2):150–163.
- MÜHLBERGER, A., WIESER, M. J., HERRMANN, M. J., WEYERS, P., TRÖGER, C. et PAULI, P. (2009). Early cortical processing of natural and artificial emotional faces differs between lower and higher socially anxious persons. *Journal of neural transmission*, 116(6):735–746.
- NASS, C. et MOON, Y. (2000). Machines and mindlessness : Social responses to computers. *Journal of social issues*, 56(1):81–103.

- NASS, C., STEUER, J. et TAUBER, E. R. (1994). Computers are social actors. *In Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, pages 72–78. ACM.
- NAUMANN, L. P., VAZIRE, S., RENTFROW, P. J. et GOSLING, S. D. (2009). Personality judgments based on physical appearance. *Personality and social psychology bulletin*, 35(12):1661–1671.
- NICULESCU, A. I. et BANCHS, R. E. (2019). Humor intelligence for virtual agents. *In 9th International Workshop on Spoken Dialogue System Technology*, pages 285–297. Springer.
- NIELSEN, J. (1994). *Usability engineering*. Morgan Kaufmann.
- NORMAN, D., MILLER, J. et HENDERSON, A. (1995). What you see, some of what's in the future, and how we go about doing it : Hi at apple computer. *In Conference companion on Human factors in computing systems*, page 155.
- NORMAN, D. A. (2004). *Emotional design : Why we love (or hate) everyday things*. Basic Civitas Books.
- OCHS, M., DING, Y., FOURATI, N., CHOLLET, M., RAVENET, B., PECUNE, F., GLAS, N., PREPIN, K., CLAVEL, C. et PELACHAUD, C. (2014). Vers des agents conversationnels animés dotés d'émotions et d'attitudes sociales. *Journal d'Interaction Personne-Système (JIPS)*, 3(2):pp-1.
- OH, C. S., BAIENSON, J. N. et WELCH, G. F. (2018). A systematic review of social presence : Definition, antecedents, and implications. *Frontiers in Robotic and AI*, 5(14):1–34.
- OKUN, M. A., SHEPARD, S. A. et EISENBERG, N. (2000). The relations of emotionality and regulation to dispositional empathy-related responding among

- volunteers-in-training. *Personality and Individual Differences*, 28(2):367–382.
- ORLOFSKY, J. L. (1978). The relationship between intimacy status and antecedent personality components. *Adolescence*, 13(51):419.
- ORLOFSKY, J. L. et GINSBURG, S. D. (1981). Intimacy status : Relationship to affect cognition. *Adolescence*, 16(61):91.
- PACE, T., BARDZELL, S. et BARDZELL, J. (2010). The rogue in the lovely black dress : intimacy in world of warcraft. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pages 233–242. ACM.
- PARK, S. (2015). The effects of social cue principles on cognitive load, situational interest, motivation, and achievement in pedagogical agent multimedia learning. *Journal of Educational Technology & Society*, 18(4):211–229.
- PATTERSON, M. L. (1976). An arousal model of interpersonal intimacy. *Psychological review*, 83(3):235.
- PATTERSON, M. L. (1982). A sequential functional model of nonverbal exchange. *Psychological review*, 89(3):231.
- PATTERSON, M. L. (1984). Intimacy, social control, and nonverbal involvement : A functional approach. *Communication, intimacy, and close relationships*, pages 105–132.
- PECUNE, F., CHEN, J., MATSUYAMA, Y. et CASSELL, J. (2018). Field trial analysis of socially aware robot assistant. In *Proceedings of the 17th International Conference on Autonomous Agents and MultiAgent Systems*, pages 1241–1249.

- PELACHAUD, C. (2009). Modelling multimodal expression of emotion in a virtual agent. *Philosophical Transactions of the Royal Society B : Biological Sciences*, 364(1535):3539–3548.
- PEÑA, J., WALTHER, J. B. et HANCOCK, J. T. (2007). Effects of geographic distribution on dominance perceptions in computer-mediated groups. *Communication Research*, 34(3):313–331.
- PICARD, R. W. (1999). Affective computing for hci. In *HCI (1)*, pages 829–833. Citeseer.
- PICCIANO, A. G. (2002). Beyond student perceptions : Issues of interaction, presence, and performance in an online course. *Journal of Asynchronous learning networks*, 6(1):21–40.
- POGGI, I., PELACHAUD, C., de ROSIS, F., CAROFIGLIO, V. et DE CAROLIS, B. (2005). Greta. a believable embodied conversational agent. In *Multimodal intelligent information presentation*, pages 3–25. Springer.
- POLLICK, F. E. (2009). In search of the uncanny valley. In *International Conference on User Centric Media*, pages 69–78. Springer.
- PORAT, T. et TRACTINSKY, N. (2012). It’s a pleasure buying here : The effects of web-store design on consumers’ emotions and attitudes. *Human-Computer Interaction*, 27(3):235–276.
- PRAGER, K. J. (1995). *Guilford series on personal relationships*. The psychology of intimacy. New York : Guilford Press.
- PRAGER, K. J. (2000). Intimacy in personal relationships. *Close relationships : A sourcebook*, pages 228–243.
- PRIGENT, E., AMORIM, M.-A. et de OLIVEIRA, A. M. (2018). Representational momentum in dynamic facial expressions is modulated by the level of

- expressed pain : Amplitude and direction effects. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 80(1):82–93.
- RAO, A. S., GEORGEFF, M. P. *et al.* (1995). Bdi agents : from theory to practice. *In Icmas*, volume 95, pages 312–319.
- RAVENET, B., BEVACQUA, E., CAFARO, A., OCHS, M. et PELACHAUD, C. (2016). Perceiving attitudes expressed through nonverbal behaviors in immersive virtual environments. *In Proceedings of the 9th International Conference on Motion in Games*, pages 175–180.
- RAVENET, B., OCHS, M. et PELACHAUD, C. (2013). From a user-created corpus of virtual agent’s non-verbal behavior to a computational model of interpersonal attitudes. *In International Conference on intelligent virtual agents*, pages 263–274. Springer.
- REEVES, B. et NASS, C. I. (1996). *The media equation : How people treat computers, television, and new media like real people and places*. Cambridge university press.
- REGISTER, L. M. et HENLEY, T. B. (1992). The phenomenology of intimacy. *Journal of Social and Personal Relationships*, 9(4):467–481.
- REIS, H. T. (2013). Relationship well-being : The central role of perceived partner responsiveness. *In C. Hazan and M. I. Campa (Eds.), Human bonding : The science of affectional ties*, pages 283—307.
- REIS, H. T. (2017). The interpersonal process model of intimacy : Maintaining intimacy through self-disclosure and responsiveness. *In J. Fitzgerald (Ed.), Foundations for couples’ therapy : Research for the real world*, pages 216—225.
- REIS, H. T., SHAVER, P. *et al.* (1988). Intimacy as an interpersonal process. *Handbook of personal relationships*, 24(3):367–389.

- REYNOLDS, K. E. et BEATTY, S. E. (1999). A relationship customer typology. *Journal of retailing*, 75(4):509–523.
- RHO, M. J., KIM, S. R., KIM, H.-S., CHO, J.-H., YOON, K.-H., MUN, S. K. et CHOI, I. Y. (2014). Exploring the relationship among user satisfaction, compliance, and clinical outcomes of telemedicine services for glucose control. *Telemedicine and e-Health*, 20(8):712–720.
- RICHARDSON, J. C., MAEDA, Y., LV, J. et CASKURLU, S. (2017). Social presence in relation to students' satisfaction and learning in the online environment : A meta-analysis. *Computers in Human Behavior*, 71:402–417.
- RICHER, S. F. et VALLERAND, R. J. (1998). Construction et validation de l'échelle du sentiment d'appartenance sociale (ésas). *European review of applied psychology*, 48(2):129–138.
- RIGGIO, R. E. (1986). Assessment of basic social skills. *Journal of Personality and social Psychology*, 51(3):649.
- ROSENTHAL-VON DER PÜTTEN, A. M. et KRÄMER, N. C. (2014). How design characteristics of robots determine evaluation and uncanny valley related responses. *Computers in Human Behavior*, 36:422–439.
- Rosenthal-von der PÜTTEN, A. M., KRÄMER, N. C., BECKER-ASANO, C., OGAWA, K., NISHIO, S. et ISHIGURO, H. (2014). The uncanny in the wild. analysis of unscripted human–android interaction in the field. *International Journal of Social Robotics*, 6(1):67–83.
- RUIJTEN, P. A., MIDDEN, C. J. et HAM, J. (2016). Ambiguous agents : the influence of consistency of an artificial agent's social cues on emotion recognition, recall, and persuasiveness. *International Journal of Human–Computer Interaction*, 32(9):734–744.

- SABBADINI, A., KOGAN, I. et GOLINELLI, P. (2018). *Psychoanalytic Perspectives on Virtual Intimacy and Communication in Film*. Routledge.
- SCHAEFER, M. T. et OLSON, D. H. (1981). Assessing intimacy : The pair inventory. *Journal of marital and family therapy*, 7(1):47–60.
- SCHERER, K. R. (2001). Appraisal considered as a process of multilevel sequential checking. *Appraisal processes in emotion : Theory, methods, research*, 92(120):57.
- SCHERER, K. R. (2005). What are emotions ? and how can they be measured ? *Social science information*, 44(4):695–729.
- SCHERER, K. R. (2009). The dynamic architecture of emotion : Evidence for the component process model. *Cognition and emotion*, 23(7):1307–1351.
- SCHOENEWOLF, G. (1990). Emotional contagion : Behavioral induction in individuals and groups. *Modern Psychoanalysis*, 15(1):49–61.
- SCOTT, V. M., MOTTARELLA, K. E. et LAVOY, M. J. (2006). Does virtual intimacy exist ? a brief exploration into reported levels of intimacy in online relationships. *CyberPsychology & Behavior*, 9(6):759–761.
- SEO, K.-K., LEE, S. et CHUNG, B. D. (2016). Effects of perceived usability and aesthetics on emotional responses in different contexts of use. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 32(6):445–459.
- SEO, K.-K., LEE, S., CHUNG, B. D. et PARK, C. (2015). Users' emotional valence, arousal, and engagement based on perceived usability and aesthetics for web sites. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 31(1):72–87.
- SHACKEL, B. (1991). Ergonomics in design and usability. In M. Harrison & A. Monk (Eds.), *People and computers*.

- SHORT, J., WILLIAMS, E. et CHRISTIE, B. (1976). *The social psychology of telecommunications*. London : John Willey & Sons, Ltd.
- SLATER, M., ANTLEY, A., DAVISON, A., SWAPP, D., GUGER, C., BARKER, C., PISTRANG, N. et SANCHEZ-VIVES, M. V. (2006). A virtual reprise of the stanley milgram obedience experiments. *PloS one*, 1(1):e39.
- STAFFORD, L. et CANARY, D. J. (1991). Maintenance strategies and romantic relationship type, gender and relational characteristics. *Journal of Social and Personal relationships*, 8(2):217–242.
- STERN, B. B. (1997). Advertising intimacy : relationship marketing and the services consumer. *Journal of advertising*, 26(4):7–19.
- STERN, D. N. (2018). *The interpersonal world of the infant : A view from psychoanalysis and developmental psychology*. Routledge.
- STERNBERG, R. J. (1988). *The triangle of love : Intimacy, passion, commitment*. Basic Books (AZ).
- STERNBERG, R. J. (1997). Construct validation of a triangular love scale. *European Journal of Social Psychology*, 27(3):313–335.
- SULLIVAN, H. S. (2013). *The interpersonal theory of psychiatry*. Routledge.
- SUNG, J.-Y., GUO, L., GRINTER, R. E. et CHRISTENSEN, H. I. (2007). “my roomba is rambo” : intimate home appliances. *In International conference on ubiquitous computing*, pages 145–162. Springer.
- SWARTOUT, W. R., GRATCH, J., HILL JR, R. W., HOVY, E., MARSELLA, S., RICKEL, J., TRAUM, D. *et al.* (2006). Toward virtual humans. *AI Magazine*, 27(2):96.
- SWELLER, J. (2011). Cognitive load theory. *In Psychology of learning and motivation*, volume 55, pages 37–76. Elsevier.

- TAYLOR, D. A. et ALTMAN, I. (1966). Intimacy-scaled stimuli for use in studies of interpersonal relations. *Psychological Reports*, 19(3):729–730.
- THEONAS, G., HOBBS, D. et RIGAS, D. (2007). The effect of facial expressions on students in virtual educational environments. *International Journal of Educational and Pedagogical Sciences*, 1(11):625–632.
- TICKLE-DEGNEN, L. et ROSENTHAL, R. (1990). The nature of rapport and its nonverbal correlates. *Psychological inquiry*, 1(4):285–293.
- TIMMERMAN, G. M. (1991). A concept analysis of intimacy. *Issues in Mental Health Nursing*, 12(1):19–30.
- TREACY, M. et WIERSEMA, F. (1993). Customer intimacy and other value disciplines. *Harvard business review*, 71(1):84–93.
- TREAL, T., JACKSON, P. L. et MEUGNOT, A. (2020). Combining trunk movement and facial expression enhances the perceived intensity and believability of an avatar’s pain expression. *Computers in Human Behavior*, page 106451.
- TSAI, M., FLEMING, A. P., CRUZ, R. A., HITCH, J. E. et KOHLENBERG, R. J. (2015). Functional analytic psychotherapy : Using awareness, courage, love, and behaviorism to promote change. In N. C. Thoma and D. McKay (Eds.), *Working with emotion in cognitive-behavioral therapy : Techniques for clinical practice*, pages 381—398.
- TURNER, J. W., GRUBE, J. A. et MEYERS, J. (2001). Developing an optimal match within online communities : An exploration of cmc support communities and traditional support. *Journal of Communication*, 51(2):231–251.
- URGEN, B. A., KUTAS, M. et SAYGIN, A. P. (2018). Uncanny valley as a window into predictive processing in the social brain. *Neuropsychologia*, 114:181–185.

- VAN DEN BROUCKE, S., VANDEREYCKEN, W. et VERTOMMEN, H. (1995). Marital intimacy in patients with an eating disorder : A controlled self-report study. *British journal of clinical psychology*, 34(1):67–78.
- VARDOULAKIS, L. P., RING, L., BARRY, B., SIDNER, C. L. et BICKMORE, T. (2012). Designing relational agents as long term social companions for older adults. *In International conference on intelligent virtual agents*, pages 289–302. Springer.
- VENKATESH, V., MORRIS, M. G., DAVIS, G. B. et DAVIS, F. D. (2003). User acceptance of information technology : Toward a unified view. *MIS quarterly*, pages 425–478.
- VERHAGEN, T., VAN NES, J., FELDBERG, F. et VAN DOLEN, W. (2014). Virtual customer service agents : Using social presence and personalization to shape online service encounters. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 19(3):529–545.
- VEUTGEN, D., MASSETTI, M., ROSSI, J., VEROLI, L., ÁSGEIRSDÓTTIR, A., BALDURSDÓTTIR, G., GISSURARDÓTTIR, S., GUDMUNDSSON, G., SIGURDARDÓTTIR, T., LAENEN, V. *et al.* (2018). Interpreting social commitment in a simulated theater. *In Proceedings of the 18th International Conference on Intelligent Virtual Agents*, pages 289–294.
- VON DER PÜTTEN, A. M., KRÄMER, N. C. et GRATCH, J. (2009). Who´s there? can a virtual agent really elicit social presence?
- WAGNER, H. L. et SMITH, J. (1991). Facial expression in the presence of friends and strangers. *Journal of Nonverbal Behavior*, 15(4):201–214.
- WALTHER, J. B. (1992). Interpersonal effects in computer-mediated interaction : A relational perspective. *Communication research*, 19(1):52–90.

- WALTHER, J. B. (1995). Relational aspects of computer-mediated communication : Experimental observations over time. *Organization science*, 6(2):186–203.
- WALTHER, J. B. (1996). Computer-mediated communication : Impersonal, interpersonal, and hyperpersonal interaction. *Communication research*, 23(1):3–43.
- WANG, X., ZHENG, L., CHENG, X., LI, L., SUN, L., WANG, Q. et GUO, X. (2015). Actor-recipient role affects neural responses to self in emotional situations. *Frontiers in behavioral neuroscience*, 9:83.
- WEST, M., KRAUT, R. et EI CHEW, H. (2019). I'd blush if i could : closing gender divides in digital skills through education. *EQUALS*.
- WHITEMAN, J. A. M. (2002). *Interpersonal Communication in Computer Mediated Learning*. ERIC.
- WILHELM, K. et PARKER, G. (1988). The development of a measure of intimate bonds. *Psychological medicine*, 18(1):225–234.
- YACOUBI, A. (2019). *Vers des agents conversationnels capables de réguler leurs émotions : un modèle informatique des tendances à l'action*. Thèse de doctorat, Université Paris-Saclay.
- YIM, C. K., TSE, D. K. et CHAN, K. W. (2008). Strengthening customer loyalty through intimacy and passion : Roles of customer–firm affection and customer–staff relationships in services. *Journal of marketing research*, 45(6):741–756.
- ZHANG, P. et LI, N. (2005). The importance of affective quality. *Communications of the ACM*, 48(9):105–108.
- ZHAO, R., PAPANGELIS, A. et CASSELL, J. (2014). Towards a dyadic computational model of rapport management for human-virtual agent interaction. *In*

International Conference on Intelligent Virtual Agents, pages 514–527.
Springer.

ZHAO, S. (2003). Toward a taxonomy of copresence. *Presence : Teleoperators
& Virtual Environments*, 12(5):445–455.

Titre : Vers des agents conversationnels animés sociaux : Quelle influence de l'intimité virtuelle sur l'expérience utilisateur et la relation-client ?

Mots clés : Intimité virtuelle, Communication multimodale, Compétences sociales, Expérience utilisateur, Interaction humain-agent

Résumé : Les Agents Conversationnels Animés (ACAs) sont de plus en plus présents dans notre quotidien et s'insèrent progressivement dans nos habitudes d'usage. Ces systèmes experts disposent de compétences métier dans des domaines variés (banque, assurances, santé, éducation). Cependant, ces systèmes souffrent encore aujourd'hui d'un défaut d'adoption de la part des utilisateurs, qui, s'ils ne refusent pas catégoriquement de les utiliser, s'en lassent très rapidement. Il se pourrait que les compétences métier seules soient insuffisantes pour satisfaire les utilisateurs et que les compétences sociales des ACAs jouent un rôle important dans la relation-client. A la frontière de la psychologie sociale, de l'informatique affective et de l'ergonomie, cette thèse a ainsi pour enjeu d'explorer l'impact des compétences socioémotionnelles des ACAs sur l'expérience utilisateur (UX) et la relation-client.

Pour son rôle central dans les relations humaines, mais également pour sa contribution au sentiment de présence sociale et à la construction de la relation-client, nous avons choisi de nous concentrer sur une compétence sociale particulière : l'intimité. Nous avons développé un modèle théorique d'intimité virtuelle dédié aux ACAs, inspiré de la littérature en psychologie humaine. D'une part, nous avons confirmé la validité de ce modèle dans une série d'études interrogeant la perception d'intimité virtuelle d'observateurs à l'égard d'interactions entre une conseillère touristique virtuelle exprimant des comportements multimodaux intimes et une touriste. Nos résultats montrent que notre agent est capable de susciter autant d'intimité qu'un humain et que la perception d'intimité virtuelle est sensible à différents facteurs de régulation (propriétés de l'interaction, caractéristiques individuelles). D'autre part, nous avons exploré les perceptions, les comportements et l'expérience de vrais touristes en situation réelle d'interaction avec une version autonome de notre conseillère virtuelle intime. Nos résultats désignent l'intimité virtuelle comme un candidat potentiel pour favoriser la dimension sociale de l'interaction humain-agent et tendre vers une meilleure UX. Ils ouvrent de nouvelles perspectives dans le but de permettre aux ACAs de devenir de véritables partenaires sociaux.

Title : Toward social embodied conversational agents : How virtual intimacy influences the user experience and the customer-relationship ?

Keywords : Virtual intimacy, Multimodal communication, Social skills, User experience, Human-agent interaction

Abstract : Embodied Conversational Agents (ECAs) are increasingly present in our daily lives and are gradually becoming part of our habits. These expert systems have professional skills in a wide range of domains (banking, insurance, health, education). However, ECAs still suffer from a lack of user adoption, who tire of them very quickly or just refuse to use them. One explanation is that professional skills alone are not enough to satisfy users and that the social skills of ECAs play an important role in the customer relationship. At the crossroads of social psychology, affective computing and ergonomics, the thesis aims to explore the impact of socioemotional skills of ECAs on the user experience (UX) and the customer relationship.

For its central role in human relationships, but also for its contribution to the sense of social presence and to the building of the customer relationship, we have chosen to focus on one particular social skill : intimacy. We have developed a theoretical model of virtual intimacy dedicated to ECAs, inspired by the literature in human psychology. First, we have confirmed the validity of our model in a series of studies investigating the perception of virtual intimacy of observers with respect to interactions between a virtual tourism counselor expressing intimate multimodal behaviors and a tourist. Our results show that our virtual counselor is capable of generating as much intimacy as a human and that the perception of virtual intimacy is sensitive to different regulating factors (interactions properties, individual characteristics). Second, we have explored the perceptions, behaviors and experiences of real tourists in real interaction situations with an autonomous version of our virtual intimacy agent. Our results point to virtual intimacy as a potential candidate to foster the social dimension of human-agent interaction and move towards better UX. They open up new opportunities to allow ACAs to become genuine social partners.