Aix*Marseille université
Initiative d'excellence

THÈSE DE DOCTORAT

Soutenue à Aix-Marseille Université

le 14 Décembre 2020

Lisa CERDA

Utilisation de l'amorçage dans le développement des comportements prosociaux en réalité virtuelle :

effet sur le sentiment de présence et la perception des agents virtuels.

Discipline
Psychologie

École doctorale
EA 356 – Cognition, Langage, Education

Laboratoire/Partenaires de recherche
Laboratoire de Psychologie Sociale (LPS)
Centre hospitalier universitaire de la Conception
Conseil Régional Région Sud

Composition du jury

Pr. Lucia ROMO Université Paris Ouest Nanterre	Rapporteur
Dr. Ludovic MARIN Université de Montpellier	Rapporteur
Pr. Daniel MESTRE Université Aix-Marseille	Examinateur Président du jury
Dr. Marie-Pierre FAYANT Université de Paris	Examinatrice
Pr. Hélène SAUZEON Université de Bordeaux	Examinatrice
Pr. Pierluigi GRAZIANI Université de Nîmes Université Aix-Marseille	Co-directeur de thèse
Dr. Jonathan DEL-MONTE Université de Nîmes Université Aix-Marseille	Co-directeur de thèse

AFFIDAVIT

Je soussigné, *Lisa Cerda,* déclare par la présente que le travail présenté dans ce manuscrit est mon propre travail, réalisé sous la direction scientifique de *Pierluigi Graziani et Jonathan Del Monte,* dans le respect des principes d'honnêteté, d'intégrité et de responsabilité inhérents à la mission de recherche. Les travaux de recherche et la rédaction de ce manuscrit ont été réalisées dans le respect à la fois de la charte nationale de déontologie des métiers de la recherche et de la charte d'Aix-Marseille Université relative à la lutte contre le plagiat.

Les travaux présentés dans ce manuscrit n'ont pas été précédemment soumis en France ou à l'étranger dans une version identique ou similaire dans le cadre d'un autre processus d'examen ou de soutenance.

Fait à Montpellier le 01/10/2020

Signature

AFFIDAVIT

I, undersigned, *Lisa Cerda*, hereby declare that the work presented in this manuscript is my own work, carried out under the scientific supervision of *Pierluigi Graziani and Jonathan Del Monte*, in accordance with the principles of honesty, integrity and responsibility inherent to the research mission. The research work and the writing of this manuscript have been carried out in compliance with both the French national Charter for Research Integrity and the Aix-Marseille University Charter on the fight against plagiarism.

The work presented in this manuscript have not been submitted previously either in France or in another country in the same or in a similar version as part of another examination or defence process.

Place Montpellier date 10/01/2020

Signature

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, mes premiers remerciements vont au Professeur Pierluigi Graziani et au Docteur Jonathan Del-Monte, mes directeurs de thèse, pour leur encadrement et accompagnement durant ces (longues) années. Merci de m'avoir fait confiance, et de m'avoir permis d'aller au bout de mes idées.

Je remercie vivement les différentes structures qui m'ont donné les moyens techniques et financiers de réaliser ce travail de thèse dans les meilleures conditions possibles. Merci au Conseil Régional de la Région Sud pour leur support financier, aux Professeurs Christophe Lançon et Eric Malbos pour leur partenariat socio-économique, et enfin à C2Care pour leur mise à disposition des environnements de réalité virtuelle. Merci à Valérie Fointiat et à mes collègues du Laboratoire de Psychologie Sociale pour leur disponibilité et leur gentillesse.

Je tiens également à remercier tout particulièrement ma collègue et désormais amie la psychologue Aurélie Fauvarque. Merci pour nos échanges, le temps passé à me lire et relire, merci pour cette collaboration scientifique et humaine, et surtout pour ton indéfectible soutien. J'aurai souhaité croiser ta route plus tôt !

Je remercie également les personnes qui ont apporté leur aide désintéressée et pourtant précieuse dans ce processus de thèse : Sara, Vrutti, Alexandra, Cécile, Julien, Julie, Priscilla, Valérie, Mélodie et ceux et celles que j'oublie par maladresse.

Cette recherche n'existerait pas sans eux alors merci aux participants qui ont contribué à ce projet. Merci aux étudiants dont j'ai traversé le cursus au cours de travaux dirigés, merci pour votre confiance, votre bienveillance et nos échanges.

Mes remerciements vont également aux membres du jury, Professeure Lucia Romo, Docteur Ludovic Marin, Professeur Daniel Mestre, Docteure Marie-Pierre Fayant et Professeure Hélène Sauzéon: merci pour votre temps et précieuse expértise.

Sur une touche plus personnelle, merci à ma famille de sang et de cœur, pour leur soutien et leur fierté. Et des remerciements infini et tout particuliers à mon compagnon de route et de vie, Alexandre. Tu as rendu ce chemin plus doux dans la joie et la patience. Merci de croire en moi plus que je ne le croirai moi-même un jour.

RESUME

La recherche a mis en lumière la récurrence des difficultés de compétences sociales dans diverses pathologies telles que la schizophrénie, l'anxiété sociale ou encore la dépression. Cependant, dans l'essor des nouvelles technologies appliquées à la thérapie, l'entraînement aux compétences sociales semble être le laisser pour compte. En effet, peu d'environnements et d'outils modernes sont développés dans un objectif de formation aux compétences sociales. Pourtant, la pluralité des environnements virtuels, leur similitude avec le monde réel, leur adaptabilité et leur reproductibilité font de la réalité virtuelle un précieux outil pour la formation aux compétences sociales. Elle offre des environnements graduables, variés et sécures, et permet d'augmenter motivation et engagement dans la thérapie. Associée à l'amorçage, elle devient personnalisable, plus immersive et capable moduler les comportements des utilisateurs. Pourtant, cette association n'a que peu été proposée dans la littérature. Ce travail avait pour intention ambitieuse d'évaluer la faisabilité d'une telle association ainsi que son impact sur la perception des autres et l'émergence de comportements non-verbaux pro-sociaux.

Après une première étude visant à évaluer nos capacités de compréhension des émotions des visages médiatisés au travers d'une tâche de reconnaissance, notre objectif a été mis à l'épreuve au cours de trois autres expériences. La seconde étude a ainsi évalué l'effet d'un amorçage contextuel, créé par la lecture d'un article ayant pour thème principal l'environnement présenté en réalité virtuelle par la suite. L'objectif était de vérifier l'effet d'un tel amorçage sur l'émergence d'un sentiment de familiarité, qui faciliterait le développement d'un sentiment de présence en réalité virtuelle par rapport à un amorçage neutre. La troisième étude a mis en jeu une tâche d'amorçage social par construction de phrases, pour l'induction d'une perception prosociale, antisociale ou neutre d'un public virtuel. Enfin, la quatrième et dernière étude avait pour objectif de vérifier l'effet d'un amorçage prosocial sur le comportement non-verbal des participants durant une présentation devant une classe en réalité virtuelle.

L'ensemble des résultats révèlent la capacité de nos participants à identifier la valence des émotions de visages virtuels aussi bien et aussi rapidement que celles de visages humains. Ces résultats nous ont encouragés dans l'utilisation d'agents virtuels, comme des avatars, puisque la lisibilité de leurs émotions permet une communication verbale et non verbale de qualité. Dans la suite de nos études, l'amorçage s'est montré pertinent dans la pré-activation de concepts familiers, permettant une cohérence entre les attentes des participants et l'environnement virtuel, conduisant à une augmentation du sentiment de familiarité et du sentiment de présence. Enfin, l'amorçage s'est également montré efficace dans la

personnalisation de l'expérience virtuelle. En effet, l'étude a démontré l'efficience d'un amorçage pour induire une perception prosociale d'un public virtuel, par rapport à un amorçage neutre et un amorçage antisocial. L'amorçage a permis d'activer l'ensemble des concepts associés à la prosocialité, favorisant un désir d'affiliation qui a conduit les participants à orienter leur attention vers le public. Ce déplacement du focus attentionnel a permis à l'amorçage de modifier la perception du public et non la perception que les participants avaient d'eux-mêmes. Plus loin encore, notre dernière étude a souligné que l'amorçage prosocial avant immersion modulait la perception d'un public virtuel. De plus, cette socialité a favorisé l'émergence de comportements associés au concept de « prosocialité », illustrant une meilleure performance sociale des participants et une plus grande confiance en leurs capacités. L'ensemble de ces résultats suggèrent que l'association amorçage/réalité virtuelle peut devenir un outil très intéressant dans le développement des compétences sociales en facilitant leur apprentissage par le renforcement du patient, le tout dans un environnement plus écologique par la réalité virtuelle. Les retombées théoriques et pratiques de ces résultats sont discutées et des pistes de recherche futures suggérées.

Mots clés : réalité virtuelle, amorçage, compétences sociales, perception, sentiment de présence

ABSTRACT

Research has shed light on the omnipresence of social skills deficit in various pathologies such as schizophrenia, social anxiety and depression. Despite the advancement of new technologies and their application to therapy, social skills training has been overlooked. Indeed, modern environments and tools are seldom developed for the purpose of training in social skills. However, the plurality of virtual environments, their similarity to the real world, their adaptability and their reproducibility make virtual reality a valuable tool for training in social skills. It offers adjustable, varied and secure environments. Moreover, it helps increase motivation and commitment to therapy. Associated with priming, it becomes customizable, more immersive and can modulate user behavior. However, this association remained relatively unexplored. The ambitious intention driving this thesis was to assess the feasibility of such an association (between VR and priming), its impact on perception and the potential emergence of pro-social non-verbal behaviors among users.

After an initial study to assess one's ability to understand mediated facial expressions through a recognition task, our objective was tested through three experiments that followed. The second study evaluated the effect of contextual priming created by reading an article whose theme matched with that of the environment presented in virtual reality thereafter. The aim was to verify the effect of such priming on the emergence of a sense of familiarity which would facilitate the development of a sense of virtual reality presence compared to neutral priming. The third study involved a sentence-building social priming task to induce a prosocial, antisocial, or neutral perception of a virtual audience. Finally, the fourth and final study aimed to verify the effect of prosocial priming on participants' non-verbal behavior during a presentation made in a virtual reality classroom.

Taken together, the results reveal the ability of our participants to identify the valence of emotions in virtual faces as well and as quickly as those of human faces. These results encouraged us to use virtual agents, like avatars, since the readability of their emotions allows for quality verbal and non-verbal communication. In the rest of our studies, priming proved relevant in the pre-activation of familiar concepts allowing consistency between the expectations of participants and the virtual environment which led to an increase in the feeling of familiarity and the feeling presence. Finally, priming has been shown to be effective in customizing the virtual experience. This study demonstrated the effectiveness of priming in inducing a prosocial perception of a virtual audience, compared to neutral priming and antisocial priming. Priming enabled all the concepts associated with prosociality to be stimulated, fostering a desire for affiliation which allowed participants to direct their attention

to the public. This shift in attentional focus allowed priming to alter the audience's perception and not the participants' perception of themselves. Further still, our latest study highlighted that prosocial pre-immersion priming modulated the perception of a virtual audience. In addition, this sociality has fostered the emergence of behaviors associated with the concept of "prosociality", illustrating better social performance of participants and greater confidence in their abilities. The totality of these results suggest that the priming / virtual reality association can become a very interesting tool in the development of social skills by facilitating learning upon reinforcing the patient, in a more realistic environment through virtual reality. The theoretical and practical implications of these results are discussed and avenues for future research suggested.

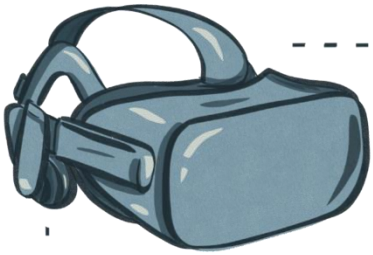
Keywords: virtual reality, priming, social skills, perception, sense of presence

Introduction générale 13
Partie 1 : Cadre théorique 17
Chapitre 1 : Les habiletés sociales 18
1. Qu'est-ce que la communication ? 18
a. *Définition* 18
b. *Les acteurs de la communication* 18
c. *La communication au service des interactions sociales* 19
2. Le non verbal dans les interactions sociales 19
a. *La fonction du non-verbal* 19
b. *Composition du non-verbal* 20
i. Les gestes et mouvements corporels 21
ii. Le contact visuel 21
iii. Les expressions faciales 21
iv. La distance interpersonnelle 22
v. Le mimétisme 22
vi. La synchronisation 23
c. *Facteurs impactant le non-verbal* 23
3. Qu'est ce qu'une habileté sociale ? 24
a. *Définition* 24
b. *Comment fonctionnent-elles ?* 25
c. *Comment se développent-elles ?* 25
i. Les processus cognitifs impliqués 25
ii. Les facteurs environnementaux 26
4. Le non-verbal comme compétence sociale 27
a. *L'effet du non-verbal sur les interactions sociales* 28
b. *La fonction du non-verbal dans les interactions sociales* 28
5. Emotion et fonctionnement social 29
6. Troubles des habiletés sociales 29
a. *Le manque d'affirmation de soi* 30
b. *Psychopathologie et trouble des habiletés sociales* 31
7. Prise en charge des troubles des habiletés sociales 33
a. *L'affirmation de soi* 33
b. *L'amorçage* 34
c. *La réalité virtuelle* 34

i. Interactions sociales et avatars 37
Chapitre 2 : La réalité virtuelle 40
1. Qu'est-ce que la réalité virtuelle ? 40
a. Histoire et définition *40*
b. Equipement *40*
2. Applications de la réalité virtuelle 41
a. Le jeu vidéo *41*
b. L'évaluation et les autres utilisations *41*
c. L'apprentissage et la formation *42*
d. La thérapie *42*
3. Application de la thérapie en réalité virtuelle dans les différentes pathologies 43
a. Les troubles anxieux *43*
b. La dépression *44*
c. Les troubles du comportement alimentaire *45*
d. Les abus de substance *46*
e. Les troubles psychotiques *47*
4. Le sentiment de présence 48
a. Historique du concept et définition *48*
b. Sentiment de présence et immersion *49*
c. Sentiment de présence sociale *50*
d. Pourquoi s'intéresser au sentiment de présence ? *50*
e. Les facteurs favorisant le sentiment de présence *51*
i. Les facteurs individuels 51
ii. Les facteurs technologiques 52
iii. Les facteurs émotionnels 53
f. Mesurer le sentiment de présence *55*
i. Les mesures objectives 55
ii. Les mesures subjectives 56
Chapitre 3 : l'amorçage 60
1. Qu'est ce que l'amorçage ? 60
a. Les types d'amorçage *60*
i. Amorce consciente ou inconsciente ? 60

ii. Quelle technique d'amorçage ? 61
2. Activation de stéréotypes 62
a. L'effet d'assimilation *62*
b. L'effet de contraste *63*
c. L'effet de préparation à une réponse *64*
3. Les mécanismes de l'amorçage 65
a. L'activation directe *65*
b. Perception de soi *66*
i. Effet de l'amorçage sur la perception de soi et le comportement 66
ii. Les variables m*odératrice*s 66
c. Perception des autres *69*
i. Effet de l'amorçage sur la perception des autres et le comportement 69
ii. Les variables modératrices 70
d. Perception de la situation *72*
i. Effet de l'amorçage sur la perception de la situation et le comportement 72
ii. Les variables modératrices 73
4. Amorçage et comportement d'affiliation sociale 73
5. Efficacité et utilisation de l'amorçage en psychothérapie 75
6. Utilisation de l'amorçage en réalité virtuelle 76
a. Effet Proteus, entre cognition incarnée et amorçage *76*
b. Utiliser l'amorçage en réalité virtuelle *78*
Partie 2 : hypothèse et problématique 82
Partie 3 : partie expérimentale 87
Matériels et méthodes 88
1. Recrutement des participants 89
2. Echelles d'évaluations 89
a. Echelles communes aux quatre études *89*
b. Echelle et matériel de l'étude 1 *90*
c. Echelles et matériel de l'étude 2 *90*
d. Echelles et matériel de l'étude 3 *93*

e. Echelles et matériel de l'étude 4 *95*
Etude 1 : Evaluation et comparaison des capacités de reconnaissance de la valence émotionnelle de visages humains et synthétiques 99
Etude 2 : Manipulation du sentiment de présence perçu en réalité virtuelle grâce à l'amorçage d'un contexte familier 121
Etude 3 : Evaluation de l'effet d'un amorçage social conceptuel sur la perception d'un public synthétique en réalité virtuelle 142
Etude 4 : Evaluation de l'effet d'un amorçage social conceptuel sur la perception d'un public synthétique en réalité virtuelle et le comportement non verbal de l'utilisateur. 164
Synthèse études 3 et 4 192
Partie 4 : Discussion générale et perspectives futures 194
Partie 5 : conclusion 208
Références générales 211
Annexe 1 : article d'amorçage contextuel *246*
Annexe 2 : article d'amorçage neutre *247*
Annexe 3 : échelle de perception étude 3 *248*
Annexe 4 : grille d'observation du comportement *249*
Annexe 5 : échelle de perception étude 4 *250*
Annexe 6 : questions de comportement prosocial en dehors de la réalité virtuelle *251*



Introduction générale

La recherche a mis en lumière la récurrence des difficultés dans les compétences sociales dans diverses pathologies telles que la schizophrénie, l'anxiété sociale ou encore la dépression. Pourtant, dans l'essors des nouvelles technologies appliquées à la thérapie, la recherche pêche du côté de l'utilisation de cet outil dans l'entraînement aux compétences sociales favorisant les environnements utiles aux thérapies d'exposition. Toutefois, la pluralité des environnements virtuels, leur similitude avec le monde réel, leur adaptabilité et leur reproductibilité font de la réalité virtuelle un précieux outil pour la formation aux compétences sociales. Elle offre des environnements graduables, variés et sécures, et permet d'augmenter motivation et engagement dans la thérapie. De plus, associée à d'autres outils comme l'amorçage, les avantages de la réalité virtuelle peuvent se démultiplier en augmentant personnalisation et modulation de la perception.

Dans une première partie nous aborderons les cadres théoriques des interactions et compétences sociales humains et non-humaines avec une attention particulière portée à la dimension non-verbale. Nous présenterons ensuite une revue de la littérature de la réalité virtuelle dans sa globalité et plus particulièrement son utilisation thérapeutique. Enfin, nous aborderons les rouages et subtilités de l'amorçage de ses soubassements théoriques à son utilisation thérapeutique.

Dans ce travail de recherche nous allons appréhender la compréhension que nous avons des visages artificiels médiatisés comme ceux de robots ou d'avatars afin de découvrir nos capacités de reconnaissance de leurs émotions et ainsi les possibilités d'interactions sociales avec eux. Nous espérons observer des capacités de reconnaissance des émotions similaires entre ces visages, rendant utilisable les agents virtuels dans le travail des compétences sociales. Nous allons ensuite évaluer l'intérêt et l'impact de l'amorçage sur une composante essentielle de la réalité virtuelle à savoir le sentiment de présence. Nous nous attendons à ce que l'amorçage permettent une immersion toujours plus importante. Enfin, nous continuerons notre exploration de l'utilisation de l'amorçage comme outil de personnalisation de l'environnement virtuel pour le rendre plus pertinent, en proposant un amorçage teinté de la dimension sociale dans le but de moduler la perception et les comportements d'un public tout venant.

Pour répondre à ces hypothèses nous avons comparé la capacité de reconnaissance des émotions d'un échantillon non clinique, sur quatre types de visages plus ou moins proches d'un visage humain. Dans une deuxième étude nous avons utilisé l'amorçage dans le but de créer un

contexte familier favorisant l'émergence du sentiment de présence en réalité virtuelle. Dans une troisième et dans une quatrième étude nous avons évalué l'effet d'une tâche d'amorçage sociale sur la perception et le comportement dit non-verbal en réalité virtuelle face à un public composé d'avatars.

Dans une dernière partie, à travers une analyse transversale des différents chapitres, nous dégagerons les résultats principaux et leurs implications dans la recherche et la pratique clinique. Egalement nous pointeront du doigts les limites et les perspectives futures en recherche.

Ce travail de thèse s'appuie sur les articles acceptés ou soumis suivants :

1. Cerda, L., Graziani, P. & Del-Monte, J. (2020) Emotional Valence Recognition on Virtual, Robotic, and Human Faces: a Comparative Study. *Journal of Technology in Behavioral Science.* https://doi.org/10.1007/s41347-020-00172-5

2. Cerda, L., Fauvarque, A., Graziani, P., Del-Monte, J. (Under Review). Contextual familiarity to increase the sense of presence in virtual reality: Exploratory study. *Virtual Reality.*

3. Cerda, L., Del-Monte, J., Graziani, P. (Under Review). Social priming modulates perception of the public in virtual reality. *International Journal of Human-Computer studies.*

4. Cerda, L., Fauvarque, A., Joshi, V., Graziani, P., Del-Monte, J. (Under Review). Social priming effect on prosocial behaviors in virtual reality. *Behaviour research and therapy.*

Partie 1 : cadre théorique

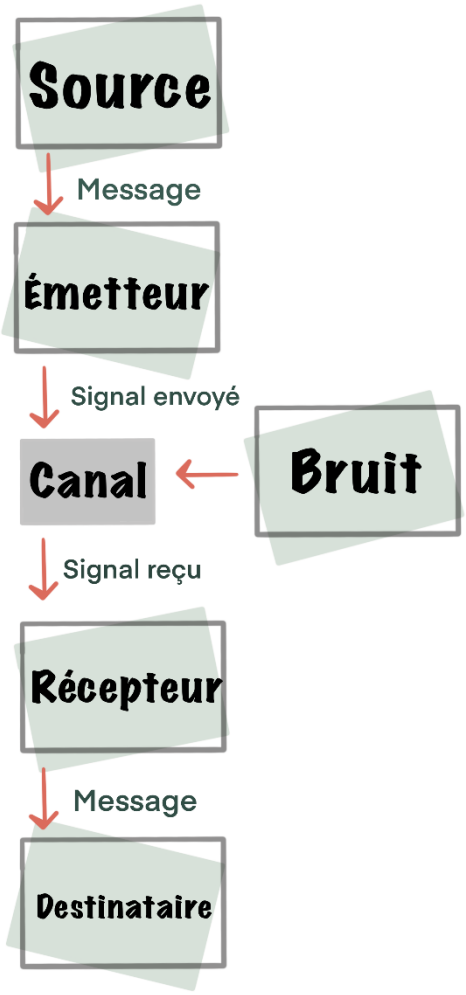
Chapitre 1 : Les habiletés sociales

1. Qu'est-ce que la communication ?

a. Définition

La communication est le canal par lequel les êtres vivants échangent. C'est un élément important pour la socialisation et l'organisation d'un groupe. Elle peut être définie comme l'ensemble des processus physiques et psychologiques par lesquels les individus entrent en relations avec un ou des individus. La plupart du temps, cette mise en relation a pour but de converger, ensemble, vers un objectif commun (Anzieu & Martin, 1968). Pour que cette communication soit la plus efficace possible, plusieurs acteurs ont leur importance. Dès 1948, Shannon propose un schéma de la communication en représentant les mécanismes de transmission d'un message (figure 1).

b. Les acteurs de la communication



La source produit l'information sous la forme de message ou de séquence de messages qui peuvent être une suite de lettres (i.e. sms, lettre, e-mail), un signal sonore (i.e. radio, téléphone), etc.

L'émetteur code et produit le message pour le transmettre.

Le canal est le moyen utilisé pour transmettre le signal de l'émetteur vers le récepteur (i.e. la voix, l'écriture, une fréquence radio).

Le bruit peut éventuellement parasiter l'échange de l'information et peut être extérieur ou émaner de l'émetteur ou du récepteur.

Le récepteur décode le message transmis pour en comprendre la substance.

Le destinataire est la personne (ou la chose) à laquelle le message est destiné.

Fig. 1 Schéma de la communication de Shannon (1948)

La communication, aussi parfaitement conçue soit-elle, peut être perturbée par ce que Trower et al. (1978) appellent du « bruit ». Dans le cadre de la communication humaine, ce bruit peut être à la fois physique (i.e. troubles moteurs, optiques), psycho-physiologique (i.e. anxiété, fatigue) ou encore socio-culturel (i.e. normes, stéréotypes).

c. La communication au service des interactions sociales

Dans le cadre des interactions sociales qui nous intéresse ici, et selon Trower, et ses collaborateurs (1978) les acteurs de la communication s'influencent les uns les autres grâce aux codes spécifiques de la communication que les deux acteurs peuvent comprendre. Pour cela, ce code doit être partagé, adapté et univoque mais peut être verbal ou non verbal. A la réception d'un signal (codage), le récepteur le décode et lui donne du sens pour y répondre et ainsi participer à la qualité de l'interaction. C'est l'ajout qu'a fait Wiener (1964) au modèle de Shannon. L'auteur, introduit la notion de « feedback » dans la communication, afin de souligner la bidirectionnalité de la communication et de fait, la notion d'interaction. Ce feedback, comme le codage du message peut être verbal ou non verbal.

2. Le non verbal dans les interactions sociales

Nous avons pour défaut, dans la communication, de se baser essentiellement sur ce qui est dit. Les mots choisis, et leur impact. Pourtant, et les mentalistes l'ont bien compris, le corps exprime autant de messages que le vocabulaire. Des auteurs tels que Mehrabian & Wiener (1967) ont, par exemple, montré que l'intonation de voix utilisée pour prononcer certains mots, donne plus d'informations au récepteur que le mot en lui-même et ce quelle que soit sa valence. A partir de leurs recherches, les auteurs ont pu déterminer que le code de la communication est véhiculé à hauteur de 7% par le verbal, de 38% par le para verbal (dimension de la communication non-verbale relative à la qualité de la voix (par exemple le volume, le ton, l'intonation, le rythme) et de 55% par le comportemental. Même si la méthodologie de ces études reste critiquable (échantillon essentiellement féminin, méthodologie floue), d'autres études ont montré que la qualité de la communication augmentait avec l'utilisation de gestes non-verbaux (Krauss et al., 1995), et que les informations sont mieux comprises lorsqu'accompagnées de gestes non verbaux (Kelly et al., 1999). Il est donc difficile d'ignorer l'impact du non verbal sur les interactions sociales. Le comportement non verbal peut répéter, augmenter, illustrer, accentuer ou même contredire le verbal. Il peut anticiper, substituer ou suivre le comportement verbal ou bien être sans rapport (Ekman & Friesen, 1969). Ainsi le non verbal joue un rôle indéniable dans les interactions sociales.

a. La fonction du non-verbal

Le non-verbal donne des informations sur l'interlocuteur. Il traduit son vécu mais aussi sa vision de lui-même. DePaulo (1992) a étudié l'effet du non verbal sur l'auto-présentation et a dressé la liste des fonctions du non verbal dans ce contexte. Il a noté que ce dernier est rapide et immédiat (c'est pour cette raison qu'Ekman (2003) lui attribue la sincérité), irrépressible, il ne peut pas ne rien transmettre. En effet, il note qu'il est lié à l'émotion qu'il traduit lorsque les mots ne le permettent pas forcément. Mais il est également lié à la personne (ces gestes non-verbaux sont moins facilement reproductibles que le verbal) et pourtant davantage accessible aux observateurs qu'à l'émetteur qui en saisit l'impact grâce au feedback.

Lors du décodage du message par le récepteur, ce dernier peut également décoder les gestes, mouvements et micro-expressions que l'émetteur a encodés pour former son message. Ekman & Friesen (1969) ont distingué trois types de gestes :

- Informatifs : quel que soit l'observateur, le geste sera interprété de la même façon par un grand nombre mais reste sensible aux variabilités interindividuelles. Le décodage peut être perturbé par les stéréotypes par exemple.
- Communicatifs : ils sont clairement et consciemment produit par celui qui les émet dans le but de transmettre un message.
- Interactifs : ces actes se produisent pendant l'interaction et modifient ou influencent le comportement interactif d'une autre personne.

Ces gestes ont des fonctions définies par ces mêmes auteurs : une fonction de production langagière, de communication ou encore d'interaction avec autrui. Dans cette interaction, les gestes peuvent être interactifs sans être communicatifs (celui qui produit le geste n'avait pas l'intention de transmettre un message mais le récepteur en déduit une information), interactifs et informatifs, ou encore communicatifs sans être ni interactifs ni informatifs (dans le cadre d'un délire par exemple, les gestes servent à communiquer une émotion sans chercher à informer ou à agir sur les observateurs). Le comportement non verbal est utile à la régulation de l'interaction afin, par exemple, de respecter le temps de parole de chacun en offrant un silence lorsque l'on comprend que l'interlocuteur souhaite répondre (Kendon, 1967). Le comportement non verbal peut compléter le verbal (P. Ekman & Friesen, 1969).

b. Composition du non-verbal

Le terme non verbal reste abstrait, et renvoie à différents éléments physiques ou comportementaux que nous allons décrire ci-dessous de façon non exhaustive.

i. Les gestes et mouvements corporels

Les gestes et mouvements corporels sont les éléments que l'on classe dans le comportement non-verbal de façon assez instinctive. Ekman & Friesen (1969) classent les gestes courants en cinq catégories qu'ils définissent :

- Les gestes emblèmes (ou symboliques): ils sont liés à la culture et véhiculent une idée
- Les gestes d'illustration (ou lexicaux) : ils illustrent le discours de l'émetteur
- Les gestes de régulation : ils sont émis par le récepteur afin de réguler le discours de l'émetteur
- Les gestes qui montrent les affects : même s'ils ne sont pas directement impliqués dans le processus de communication, ils l'impactent en envoyant des informations au récepteur
- Les gestes adaptatifs : ce sont les gestes impliqués dans les processus de socialisation comme l'imitation.

ii. Le contact visuel

Le contact visuel est commun aux animaux. Il est fondamental pour toutes les situations sociales qu'il régule. En effet, il permet la synchronisation des conversations, des comportements moteurs (Banerjee & Jirsa, 2007; Varlet et al., 2012) et permet de créer un lien entre les individus en favorisant un sentiment d'intimité (Argyle, 1972).

iii. Les expressions faciales

Directement lié au contact visuel, les expressions faciales par leur localisation stratégique, sont en première ligne pour la transmission d'informations. Le visage délivre des informations personnelles à la fois sur le sexe, et l'âge de la personne mais permet également de transmettre les émotions ressenties de façon plus ou moins consciente (micro-expression). Ekman & Friesen (1978) sont les célèbres théoriciens des expressions faciales puisqu'ils ont déterminé six émotions universellement reconnues : la colère, la joie, la tristesse, le dégout, la surprise et la peur. C'est grâce à l'implication de muscles différents dans chacune de ces expressions qu'il est difficile de les confondre. Le sourire conserve une place privilégiée de par son importance dans les interactions sociales. En effet, il a le pouvoir à la fois d'exprimer une émotion interne

comme la joie (Buck, 1991), de renforcer l'apprentissage ou un comportement (Klinnert et al., 1983), d'exprimer son statut social (Tipples et al., 2002) et de fait, de favoriser l'affiliation sociale (Cashdan, 1998).

iv. La distance interpersonnelle

La distance interpersonnelle est rarement réfléchie, même lorsque l'on cherche à subtilement manipuler son interlocuteur. On pense à la distance interpersonnelle dès lors qu'elle est considérée comme anormale soit trop étroite, ou trop longue. Hall en 1959, note quatre zones de distances interpersonnelles : intime (0 à 40 cm), personnelle (40cm à 1m), sociale (1 à 2m) et publique (3m). Cette distance est très sensible à l'âge, au sexe, à la culture et même au statut social des interlocuteurs.

v. Le mimétisme

Un phénomène moins connu intervient lors des interactions sociales : le mimétisme. C'est une sorte d'imitation non consciente des interlocuteurs. Il a été montré, que de façon naturelle, deux interlocuteurs ont tendance à reproduire les gestes, la posture et même les expressions du visage de l'autre (Bailenson et al., 2003; Chartrand & Bargh, 1999; Lakin & Chartrand, 2003a; van Baaren et al., 2003). Ce phénomène s'explique par notre réaction lorsque nous percevons une action. En effet, observer une action pré-active les muscles impliqués dans cette action ce qui en facilite la réalisation (Aglioti et al., 2008; Gangitano et al., 2001). C'est l'effet caméléon. Observer quelqu'un dans une posture, favorisera donc cette posture chez nous. La posture partagée et en miroir, correspond à la l'adoption d'une même posture, en même temps, par deux interlocuteurs (France & Mayo, 1979). La posture en miroir s'illustrera par une même posture adoptée dans des sens différents (si un partenaire pose sa main gauche sur la cuisse gauche, l'autre posera sa main droite sur la cuisse droite), alors que la posture partagée s'illustrera par une posture tout à fait similaire (l'autre posera sa main gauche sur sa cuisse gauche). Ce mimétisme améliore la qualité de l'échange et permet une meilleure coopération par la perception plus sympathique des interlocuteurs (Chartrand & Bargh, 1999). On retrouve cet effet caméléon, ce mimétisme, lors d'interaction avec des agents conversationnels animés (ACA). Dans leur étude, Bailenson & Yee (2005) ont montré que le mimétisme utilisé par l'ACA permet une présence sociale et un affect positif plus importants. Egalement, le message transmis apparait comme plus persuasif.

vi. La synchronisation

Elle est considérée comme une compétence sociale et nous la développerons davantage plus tard dans ce manuscrit. Elle correspond au changement de comportement qui s'opère en fonction du partenaire d'interaction (Julien et al., 2000). Les pauses permettant la prise de parole par l'interlocuteur illustrent cette synchronisation. Cette dernière est associée à de meilleurs rapports avec les interlocuteurs (Bernieri, 1988).

c. Facteurs impactant le non-verbal

Brown et Fraser (1979) ont proposé une liste des facteurs qui influencent le non verbal dans la communication :

- La situation : chaque culture, à l'échelle d'un continent comme à l'échelle d'une ville, influence le comportement non-verbal qu'il convient d'adopter. Barker et Wright en 1954 ont, par exemple, relevé 800 paramètres de comportement quotidien, standard dans une petite ville de Kansas. Ces paramètres sont des situations sociales auxquelles il convient de s'adapter : aller à l'église, à la pharmacie, croiser un voisin, etc. Selon ces situations, les règles sociales diffèrent et les comportements individuels peuvent varier.
- Les personnes : comme pour les situations, on adapte notre comportement non-verbal aux personnes. Chaque variable « personne » est associée à un modèle comportemental. Il peut être influencé par l'âge, le sexe, la culture et la classe sociale, ou encore l'état marital, l'état émotionnel, la personnalité, ou le comportement de l'interlocuteur (Argyle, 1976).
- La culture : le comportement social varie entre les cultures et les classes sociales. Même si les expressions faciales sont très similaires entre les cultures, les gestes sont beaucoup plus variables.
- Le degré de familiarité : plus les partenaires se connaissent, plus ils ont tendance à échanger des regards (Argyle & Dean, 1965). En revanche, lors de tâches de collaboration pour mener à bien une tâche, ce sont les personnes qui se connaissent le moins qui se regardent le plus dans le but d'obtenir des informations (Foulon-Molenda, 2000).
- Le genre : il a été montré que les femmes sont plus sensibles au regard et au sourire que les hommes (Kleinke & Taylor, 1991). Ce qui implique qu'elles ont davantage tendance à accepter de répondre à une enquête que les hommes, surtout si l'enquêteur les regarde

(Guéguen & Jacob, 2002). C'est probablement leur plus grande capacité à décoder les messages non verbaux (Rosenthal et al., 1976) qui explique leur besoin à ce niveau.

- La catégorie socio-professionnelle : lorsque l'individu se considère comme faisant partie d'une catégorie socio-professionnelle inférieure à celle de son interlocuteur, il a davantage tendance à adopter les comportements qui sont le plus produits par l'autre. Il s'agit d'une tentative d'adaptation à un milieu non familier. En revanche, face à des pairs, ils adoptent des gestuelles « typiques » à cette catégorie.

3. Qu'est-ce qu'une habileté sociale ?

L'individu a des objectifs de vie précis comme construire une maison ou faire le tour du monde. Mais quel que soit ces objectifs, le monde social l'accompagne. De fait, découlent des objectifs sociaux comme se faire des amis, convaincre, plaire, donner des informations ou partager. Ces objectifs répondent aux besoins de base d'affiliation et de réalisation (Trower et al., 1978). Hélas, dans certaines pathologies ces objectifs sociaux ne sont pas si naturels. Dans la schizophrénie par exemple, ces objectifs semblent inexistants ce qui engendre un comportement vécu comme irrationnel car inadapté au monde social. Les raisons peuvent être diverses : il peut ne pas y avoir d'objectifs sociaux suite à une perturbation de l'humeur, ils peuvent être moins adaptatifs, destructeurs, ou liés à un manque de capacité au niveau des fonctions exécutives comme la planification par exemple. Mais alors, qu'est-ce qu'être incompétent socialement ? Arrive-t-il que ces habiletés ne se développent jamais ou mal ou encore, qu'on les perde ?

a. Définition

Avant de répondre à ces questions il est nécessaire de comprendre ce qu'est une habileté sociale. Le terme peut être confondant car proche d'autres. En effet, l'habileté sociale est étroitement liée à la cognition sociale. La cognition sociale est la capacité de perception et de compréhension du monde social. Grâce aux fonctions attentionnelles, et exécutives qu'elle convoque, elle traite l'information sociale. La compétence sociale, elle, s'appuie sur l'utilisation des processus de cognition sociale en contexte. C'est-à-dire qu'elle adapte le comportement à l'analyse faite de la situation par la cognition sociale. En général, la compétence sociale concerne les comportements sociaux de base comme la reconnaissance des visages, d'une émotion par exemple. Les habiletés sociales sont plus complexes. Comme les compétences sociales, elles sont axées sur la gestion des comportements de l'individu en situation sociale, mais à un niveau plus fin. Elles nécessitent la compréhension de ce qui est plus implicite et correspond aux codes sociaux. Elles sont mouvantes et se modifient au fil des expériences de l'individu. Pour Liberman (1982), les habiletés sociales ont deux fonctions

principales : aider à acquérir un bien être physique ou matériel et une fonction socio-affective en créant et maintenant des relations sentimentales, familiales ou amicales. Deux visions s'opposent concernant leur développement. Certains considèrent que les compétences et habiletés sociales sont intra-personnelles c'est-à-dire qu'elles sont un trait de l'individu. Cette perspective postule que la compétence et l'habileté sociales sont des constructions mentales. En d'autres termes : on est ou on n'est pas socialement compétent. Une autre perspective, la perspective interpersonnelle, considère que la compétence et l'habileté sociales sont différentes pour chaque situation interpersonnelle et sont davantage liées à la situation qu'à la personne en elle-même (McFall, 1982). En d'autres termes, un comportement est considéré comme adapté ou non à la lumière du contexte.

b. Comment fonctionnent-elles ?

Les compétences et habiletés sociales sont dépendantes de capacités précises. En premier lieu, la capacité de perception. Toute l'interprétation du comportement non-verbal que nous ferons de notre interlocuteur dépend de la façon dont on le perçoit. S'en suit une phase de traduction de cette perception. Cette étape, purement cognitive, manipule l'information afin de la comprendre en contexte, d'évaluer les alternatives qui auraient pu être formulées, dans le but de l'interpréter. Viendra alors le temps de décider de la réponse à donner et de la retranscrire en gestes et expressions. L'individu fera donc un feedback à son interlocuteur qui suivra le même processus afin d'à son tour fournir un feedback à l'individu ce qui leur permet l'un et l'autre d'adapter leur comportement à la situation et aux attentes de leur interlocuteur.

La compétence et l'habileté sociales utilisent des mots (aspects verbaux) et des gestes (aspects non verbaux). Les premiers peuvent prendre la forme tour à tour de question, d'instruction, de « small talk », de routines sociales, ou d'expression des émotions. Les aspects non verbaux sont l'ensemble des comportements non-verbaux que nous avons décrits précédemment.

c. Comment se développent-elles ?

Il semblerait que le développement des compétences sociales commence très tôt. Même si la maturation joue un rôle, toute les bases semblent posées déjà dès le plus jeune âge.

i. Les processus cognitifs impliqués

Les processus cognitifs aussi distincts soient-ils s'impactent mutuellement et s'organisent ensemble afin de produire une réponse adaptée à la situation rencontrée. Dans le cadre de la

cognition sociale, des compétences cognitives de bas et de hauts niveaux se développent avec l'âge, impactant la qualité des habiletés sociales.

Dans les premiers niveaux cognitifs bas, on retrouve la perception des stimuli sociaux. Toutes les informations sensorielles sont perçues grâce aux organes perceptifs puis sont organisées en « perception sociale » ou « perception non sociale ». Cette catégorisation est aidée par les fonctions attentionnelles qui sélectionnent les points d'intérêts parmi tous les stimuli perçus. C'est notamment grâce à elles que l'on peut suivre une conversation, et contextualiser une situation sociale afin d'y apporter une réponse appropriée. Les fonctions exécutives jouent également un rôle important. Comme mentionné précédemment, c'est le cas de la planification ou plus instinctivement de l'inhibition qui nous permettent de prévoir et conserver un comportement adapté à la situation. Et sans oublier l'intervention du langage.

Dans les niveaux cognitifs hauts, on retrouve la théorie de l'esprit, l'agentivité (se sentir conscient, capable de contrôler ses actions), l'empathie (capacité de comprendre le vécu émotionnel d'un tiers) et l'insight (conscience de soi). Ces processus permettent d'être responsable et confiant quant à nos actions tout en s'adaptant à ce que ressentent nos interlocuteurs en ayant conscience de soi et de son comportement. La capacité de percevoir le monde du point de vue d'une autre personne revêt une importance particulière pour les compétences sociales. Feffer et Suchotliff, (1966) ont montré que les personnes qui réussissaient bien les tests d'attribution de rôle, réussissaient aussi bien un test d'interaction sociale.

ii. Les facteurs environnementaux

Comme souvent en psychologie, les facteurs de développement d'une compétence, d'une qualité, ou d'un trait, sont multiples. Outre le développement cognitif normal, les capacités et habiletés sociales d'un individu sont également impactées par l'environnement dans lequel il (a) évolue(é).

- Le milieu familial : les relations parentales et de fratrie ont un impact non négligeable puisqu'elles sont les premières interactions sociales de l'enfant. Des parents moins compétents socialement seront moins précis dans leur perception de ce qui est approprié ou non et pourront donc moins renforcer ou corriger l'enfant (Trower et al., 1978a). De façon logique, des relations parentales chaleureuses, aimantes et positives conduisent à un comportement plus amical, coopératif et attentif chez l'enfant (Schaefer & Bayley,

1963). Les processus en jeu dans les relations fraternelles ne sont pas clairs, même si des effets de modélisation sont susceptibles d'intervenir.

- Les pairs : à l'adolescence comme dans l'enfance, la majeure partie du temps de l'individu est passée en dehors de la sphère familiale, avec les pairs. Ce sont autant d'occasions d'appréhender l'influence que l'individu a sur les autres mais aussi de les imiter dans le but d'être accepté par le groupe. Trower et al., (1978) soulignent que ces rencontres offrent à l'enfant forcément au moins un modèle socialement qualifié compte tenu du nombre de personne rencontrées. Or, tous les individus n'ont pas les mêmes compétences et habiletés sociales. La disponibilité d'un seul modèle ne serait pas suffisante à l'acquisition de compétences sociales.
- L'attitude envers l'environnement : dans la dépression, l'impuissance apprise annihile l'élan vital et l'action de l'individu. Dans les relations sociales, si l'individu ne reçoit pas de renforcement lui permettant de présumer de son contrôle sur la relation et l'interaction en jeu, il entre dans l'impuissance apprise ce qui peut le conduire à éviter les situations sociales (Trower et al., 1978a).

Clarke, (1972) a mis en garde contre l'hypothèse que l'expérience précoce prédéterminera nécessairement le développement et « marquera » l'enfant à tout jamais. Ils soulignent que les corrélations trouvées dans les études longitudinales, comme celles sur l'intelligence, la personnalité ou les résultats scolaires, ne sont pas très élevées. De plus, il est aujourd'hui admis que le changement d'un environnement défavorable vers un environnement qui l'est davantage est suivi de changements comportementaux favorables (Trower et al., 1978a).

4. Le non verbal comme compétence sociale

Beaucoup de chercheurs ont mis en lien les compétences sociales et les compétences non-verbales (Trower et al., 1978a). Kraepelin en 1913 soulignait déjà l'importance du non verbal en psychopathologie. Lewinsohn et Gotlib (1995) pointent les comportements non-verbaux inadaptés du doigt et les accusent d'être des facteurs de maintien des troubles mentaux. Cette idée est validée par la suite puisqu'aujourd'hui l'entrainement aux compétences sociales, quelle que soit sa forme, est une composante majeure de la psychothérapie. La recherche sur le non verbal a largement souligné le rôle essentiel des compétences non-verbales sur les compétences sociales.

Les compétences sociales seraient composées de sept types d'aptitudes de communication verbales et non verbales. Brièvement, dans le verbal on retrouve l'expressivité sociale (exprimer

verbalement, engager les autres dans l'interaction, maintenir des conversations), la sensibilité sociale (décoder et interpréter les communications verbales, sensibilité aux normes sociales, contrôle de son propre comportement social), le contrôle social (jouer des rôles sociaux, guider une communication) et enfin la compétence sociale globale. Plus en détails, il souligne dans le domaine non verbal : les capacités d'expressivité émotionnelle qui correspondent à la compétence d'envoi de messages non-verbaux et émotionnels ; la sensibilité émotionnelle qui, elle, est la capacité de recevoir et décoder les messages non-verbaux perçu, et enfin le contrôle émotionnel qui correspond à l'aptitude à contrôler et réguler les manifestations émotionnelles et non verbales, à masquer ses propres états émotionnels mais aussi à mimer volontairement des émotions.

a. L'effet du non-verbal sur les interactions sociales

Dans la recherche, il a été mis en évidence un certain nombre d'effets du non-verbal sur les interactions sociales et les compétences sociales perçues par les autres. C'est le cas par exemple de l'imitation. Un individu présentant des capacités d'imitation comportementales (telles que décrites plus tôt) importantes, est considéré comme ayant un haut niveau de compétences sociales (S. Park et al., 2008). La synchronisation, que nous avons brièvement évoqué, augmente l'attachement social et la coopération entre les membres d'un groupe (Wiltermuth & Heath, 2009). Cette coordination motrice, favorise le sentiment d'affiliation (Wiltermuth & Heath, 2009). Le regard est également essentiel dans l'interaction sociale. Il permet de synchroniser les interactions en décidant, implicitement, du tour et du temps de parole de chacun (Kendon, 1967). Le regard permet également de récolter des informations et nous pousse donc à en montrer (Argyle et al., 1973).

Le non-verbal impact la perception que les gens ont de nous. Mehrabian, (1972) montre que le nombre total de déclarations, de questions, la durée du discours, du contact visuel, des hochements de tête, des expressions faciales agréables, des renforçateurs verbaux, des gestes des mains et des bras et des expressions vocales agréables, impacteront cette affiliation. L'auteur souligne qu'augmenter la proximité physique, le toucher ou encore le contact visuel, renvoie une attitude positive au partenaire social.

b. La fonction du non-verbal dans les interactions sociales

Soulignons-le à nouveau, le non-verbal revêt une importance immense dans la communication et donc dans les interactions sociales. Il permet par exemple d'exprimer des attitudes. C'est-à-dire qu'il va donner l'intention du message. Argyle et ses collaborateurs, en 1972, ont montré

que le ton de voix employé est plus important que le message verbal en lui-même pour sa compréhension. Si un message hostile est délivré sur un ton de voix amical, avec un visage souriant, il sera interprété comme amical. L'auteur, en 1970, a d'ailleurs souligné que le non verbal est un outil puissant pour poser des jugements (Argyle et al., 1970).

Le non-verbal est également utile à l'expression des émotions. En effet, les émotions ont tendance à s'exprimer de façon non verbale sur le visage et dans la voix alors que les attitudes passent par les postures et la position. Ekman et Friesen (1969) ont proposé un modèle explicatif basé sur différentes cultures (cinq cultures alphabétisées et deux cultures pré-alphabétisées). Ce modèle se veut « neuroculturel » c'est-à-dire qu'il englobe les six expressions faciales universelles, et ce qui incombe de la culture de l'individu.

5. Emotion et fonctionnement social

Les humains sont des êtres sociables et peuvent rencontrer des problèmes à ce niveau. Chaque jour, et à chaque interaction, l'individu doit répondre de manière adaptée aux problèmes sociaux qui s'imposent à lui (Ekman, 1993). Keltner et Haidt en 1999 (dans Keltner & Kring, 1998) ont proposé quatre approches socio-fonctionnelles de l'émotion dans l'interaction : les émotions seraient des moyens de s'adapter aux situations dans le but de créer ou maintenir des relations sociales (l'anxiété ou la gratitude motivent les comportements sociaux et permettent de créer et maintenir des liens) ; elles coordonnent les actions pour faciliter les interactions sociales et aider à ce qu'elles se passent de la meilleure façon possible ; leur expression entraine des conséquences sociales bénéfiques pour l'individu et la relation. Par exemple, montrer qu'on est embarrassé favorise le pardon et la réconciliation (Keltner & Buswell, 1997). La tristesse et la détresse suscitent de la sympathie, de l'aide et une proximité accrue. Le rire et le sourire favorisent l'affiliation.

Non seulement les émotions découlent des relations sociales mais elles ont également un rôle social prédominant. Elles sont des éléments d'interaction à part entière et aident à atteindre des objectifs sociaux. Les émotions contribuent à structurer les interactions interpersonnelles et une perturbation à ce niveau peut conduire à une rupture des interactions voire des liens sociaux.

6. Troubles de habiletés sociales

Depuis des décennies, le champ de la psychiatrie s'est intéressé à notre rapport à l'autre. Ainsi, des difficultés à ce niveau ont pu être pointées du doigt. Bien qu'elles ne soient pas systématiquement du domaine du pathologique, les difficultés sociales restent au cœur de

nombre de troubles psychiatriques. Nous aborderons ici les défaillances dans les habiletés sociales rencontrées par la population non clinique, puis dans certaines pathologies où elles ont une place centrale : l'anxiété sociale, le trouble dépressif, le trouble du spectre autistique, et enfin, la schizophrénie.

a. Le manque d'affirmation de soi

L'affirmation de soi est notre capacité à exprimer nos émotions, nos pensées et nos opinions mais également de défendre nos droits. Le tout en respectant les autres dans leur individualité, et en étant à la fois directs, honnêtes et appropriés. Ce savant mélange est difficilement maitrisé par la plupart de la population, et pour cause, c'est une habileté qui résulte d'un apprentissage patient qui conduit à l'adoption d'un comportement dit « affirmé ». Le manque d'affirmation de soi peut s'illustrer de différentes manières. On note généralement trois types de comportements non affirmés :

- Le comportement soumis : il est motivé par une peur de déplaire, des conflits, une peur de perdre des bénéfices secondaires (avoir l'air d'une personne généreuse, tolérante), ou encore des renforcements positifs de comportements soumis valorisés socialement (obéissance, docilité). Ces individus sont généralement appréciés, et satisfaits d'éviter les conflits et la confrontation. A long terme, l'individu peut ressentir de la colère car ses droits ne sont pas respectés. Il devient agressif, anxieux, voire même dépressif.
- Le comportement agressif : l'individu qui adopte un comportement agressif exprime ses pensées, ses émotions et ses opinions au détriment des droits des autres et de façon trop directe et inappropriée. Il est souvent motivé par un sentiment de vulnérabilité, la croyance que l'affirmation de soi passe par un « fort caractère » et la peur de perdre des objectifs secondaires liés à ce comportement (atteinte des objectifs facilitée, sentiment de domination, soulagement de tensions internes). Dans le temps, l'individu peut se sentir coupable, et malaimé car l'entourage s'éloigne.
- Le comportement manipulateur : l'expression des pensées, des émotions, et des opinions se fait de façon indirecte et souvent malhonnête. L'individu souhaite atteindre ses fins à tout prix sauf celui de la confrontation. Ces comportements sont généralement motivés par un sentiment de vulnérabilité et une volonté d'éviter les conflits. Ils sont renforcés par l'obtention de ce qui est voulu, mais peuvent engendrer un sentiment d'imposture avec la crainte d'être découvert ou de représailles. S'il est démasqué, l'entourage peut devenir méfiant et distant.

b. Psychopathologie et trouble des habiletés sociales

La première pathologie à laquelle on pense à l'évocation de troubles des habiletés sociales est l'anxiété sociale. Et pour cause, outre son statut de pathologie à part entière, elle est un symptôme d'autres pathologies psychiatriques comme la schizophrénie par exemple (Cannon et al., 2002). Le Diagnostic and Statistical Manuel (American Psychiatric Association, 2015) la définit comme « une peur ou une anxiété marquée, ou intense, de situations sociales dans lesquelles la personne peut être observée par les autres. ». La peur sous-jacente est généralement la peur d'un jugement négatif de la part des autres. Il a été montré que les personnes touchées par l'anxiété sociale, ont tendance à moins s'engager dans l'interaction, et lorsqu'elle s'impose à elles, elles parlent moins, ont un contact visuel réduit et dirigent leurs forces vers une sortie rapide de la situation d'interaction (Leary & Kowalski, 1995). Ces difficultés augmentent leur perception d'elles-mêmes comme étant « incapables » socialement (S. T. Wallace & Alden, 1997) ce qui les freine dans leur engagement social. De plus, certains chercheurs ont montré que l'on a tendance à identifier les personnes socialement anxieuses et à les noter de façon moins positive (Fydrich et al., 1998). Ceci est possible grâce aux signes non verbaux de l'anxiété sociale : évitement du regard, agitation psychomotrice, excitation physiologique (transpiration, tremblements, bouffées de chaleur, palpitations et nausées (R. M. Rapee, 1995), rougissement, bégaiements (Amies et al., 1983), inhérents à leurs difficultés à gérer leurs émotions négatives. Néanmoins il n'existe pas de consensus sur les performances sociales non verbales des personnes anxieuses sociales. Certaines études ne rapportent aucune différence entre groupe expérimental et groupe contrôle (Ronald M. Rapee & Lim, 1992) et d'autres notent des différences significatives tant sur le verbal que le non verbal (Fydrich et al., 1998). Il semble avant tout y avoir des différences individuelles, et on comprend alors que l'anxiété sociale n'est pas une condition sine qua non au déficit de compétences sociales (McNeil et al., 1995). En effet, les personnes présentant une anxiété sociale n'ont pas de difficultés concernant les comportements tels qu'écrire, manger ou uriner dans des toilettes privées, alors que lorsque ces comportements doivent être faits en présence d'autrui, ils sont source d'une grande anxiété (Barlow, 2004). Le trouble est davantage lié au jugement d'autrui qu'au fait même d'accomplir une action. Alden et Wallace (1995) ont démontré que les personnes souffrant de trouble d'anxiété sociale présentaient un comportement social plus habile lorsque leur partenaire conversationnel adoptait un comportement social positif. Cela suggère que le comportement social moins habile des participants souffrant de trouble d'anxiété sociale est inhérent au contexte, et provoqué, dans une certaine mesure, par le comportement négatif du partenaire

d'interaction, plutôt que par un déficit général de compétences. C'est en fait la sensibilité aux réactions des autres qui génère des difficultés chez l'individu socialement anxieux. Il a d'ailleurs été montré que les personnes socialement anxieuses ont tendance à être plus sensibles aux visages de colère ou de critique (Alden & Wallace, 1995). Pour pallier à ces difficultés sociales, l'alcoolisation peut être utilisée comme un comportement de sécurité et une façon de se conformer. Pourtant, l'alcool affecte les capacités cognitives liées aux compétences et habiletés sociales (moins bonne perception, diminution de la conscience de soi, Steele & Josephs, 1988). C'est le déficit dans ces capacités cognitives également qui confère aux patients touchés par la schizophrénie des difficultés dans les habiletés sociales. Ces difficultés peuvent bien sûr s'expliquer par le vécu persécuté des relations, ou par la dissociation qui vient compliquer la communication, mais trouvent leur source dans les capacités cognitives réduites de ces patients. Les processus de bas niveaux comme les fonctions exécutives, ou encore la reconnaissance des émotions, sont moins efficientes que dans la population générale (Lysaker et al., 2014). On retrouve d'ailleurs ces difficultés chez les patients entrant dans le spectre de l'autisme qui ont une moins bonne coordination de leur système miroir, limitant l'imitation et la synchronisation (Chien et al., 2015). Ces difficultés, associées à moins d'expressivité au niveau du visage (Kring & Neale, 1996), à peu d'inflexions vocales, à une diminution des mouvements, un contact visuel minime (Andreasen, 1979), à moins de comportements pro sociaux (i.e. sourire) (Pitman et al., 1987) provoquent, pour les patients schizophrènes, des réponses plus négatives de la part des personnes avec qui ils interagissent socialement (Krause et al., 1992). On retrouve cet isolement, encore une fois chez les patients touchés par un trouble du spectre de l'autisme puisqu'ils font état de difficultés à accéder au jeu social, à percevoir et interpréter les codes sociaux ou même à comprendre les concept d'amitié, de relation sentimentale et pour cause, l'identification de leurs émotions et de celles des autres est défaillante. Ou encore, d'une autre façon, dans la population touchée par la dépression : les proches, affectés par l'humeur négative qu'ils devinent dans la voix (Levenson et al., 1994), les paroles (D. A. Smith et al., 1990), la diminution du contact visuel (Waxer, 1974), la commissure des lèvres descendante qui s'accompagne d'un manque de gestes et de mouvement de la tête qui reste penchée vers l'avant (Pedersen et al., 1988; Waxer, 1976). De plus, les patients victimes d'un trouble dépressif se caractérisent par un manque d'envie, de motivation, et des biais cognitifs qui favorisent l'isolement et la perception négative de soi et des autres (Weightman et al., 2014).

7. Prise en charge des troubles des habiletés sociales

En fonction du type de problématique rencontrée et diagnostic reçu, les patients peuvent bénéficier de différents types de prise en charge.

a. L'affirmation de soi

Comme nous l'avons déjà explicité plus tôt, l'affirmation de soi consiste en la capacité d'exprimer ses émotions, ses pensées et ses opinions, mais également de défendre ses droits tout en respectant ceux des autres. L'objectif de l'affirmation de soi est de pouvoir s'exprimer de façon directe, honnête et appropriée. Ces comportements, aussi adaptatifs soient-ils, ne sont pas innés et demandent un patient et long apprentissage. Cet apprentissage peut se faire lors d'une thérapie individuelle ou en groupe. Quelle que soit la modalité, les objectifs sont les mêmes : aider le patient à mieux connaitre et mieux utiliser ses émotions, pensées et opinions, ses droits (de promouvoir sa dignité, de se respecter sans porter atteintes aux autres, d'être traité avec respect, d'être heureux, satisfait et fier de soi, de ressentir et d'exprimer des émotions, de demander ce que l'on désire, de dire non sans se sentir coupable, de demander de l'information, de prendre du recul et de réfléchir avant d'agir, de changer d'idée, d'en faire moins qu'on est humainement capable, à l'erreur, de ne pas s'affirmer) et ses capacités de communication. Les séances suivent le même schéma et s'articulent autour de thèmes tels que : faire des demandes, refuser des demandes, exprimer des sentiments ou de l'affection, accepter les compliments ou l'expression de l'affection, formuler une critique ou exprimer de la colère, faire face à la critique ou à la colère des autres, mettre un terme à l'affrontement. Chaque séance démarre par un point sur les jours passés et sur les exercices pratiques qui devaient être effectués. Les éventuelles difficultés sont pointées et discutées. Un travail est ensuite engagé sur le thème du jour, un patient propose une situation problème sur laquelle le groupe travaille en séance à titre d'exemple. Le thérapeute apporte des notions théoriques qu'il étaye avec les avis des participants ou du patient. Ensemble, il est convenu de ce qui a pu faire défaut, ce qu'il faudrait mettre en place, les phrases types à proposer. Cette partie est suivi par des jeux de rôles et mises en situation afin de s'entrainer dans une situation concrète. En groupe, les autres patients jouent le rôle des interlocuteurs, en séance individuelle c'est le thérapeute qui tient ce rôle. Le jeu de rôle est ensuite discuté, et les pistes d'amélioration sont proposées. Le thérapeute propose des exercices à faire en situation réelle dans le quotidien. Le format du groupe est intéressant puisqu'il permet d'avoir d'autres personnes avec qui s'entrainer et est facilitateur dans le sens où ces autres personnes manquent également d'affirmation d'elles-mêmes, ce qui retire la

crainte d'être jugée du patient. Malgré ces qualités, les jeux de rôles dans ce contexte restent éloignés des situations vécues dans la réalité.

b. L'amorçage

Certaines études récentes ont utilisé l'amorçage pour influencer le comportement social. Leighton et ses collaborateurs, en 2010, ont ainsi montré que l'amorçage implicite d'un but, influence le comportement social d'imitation. L'amorçage se faisait par une tâche sémantique manipulant des mots reliés aux concepts d'affiliation, par exemple « amis, ensemble, coopération » ; de la non-affiliation avec « égoïste, agréable, rebelle » ou neutre « radio, arbre, pigeon ». Cette tâche est appelée la *Scrambled Sentence Task* (SST, Srull & Wyer, 1979). Les résultats indiquaient que les participants du groupe amorcé avec un but prosocial imitaient significativement plus rapidement les mouvements présentés. L'amorçage d'un but prosocial facilitait la production de comportements sociaux tandis qu'un but antisocial dégradait la rapidité d'exécution de ceux-ci. La volonté d'affiliation augmente l'attention portée à autrui et ainsi régule inconsciemment le comportement (Lakin & Chartrand, 2003a). En 2014, Del-Monte et ses collaborateurs ont démontré cela dans une population de patients touchés par la schizophrénie. Les patients qui avaient reçu un amorçage pro social, produisaient davantage de comportements sociaux non verbaux (i.e. expressions faciales, davantage de sourires spontanés) que les patients dans les conditions neutre et antisociale. Ils ont ainsi pu montrer que dans une population pourtant étiquetée moins sensible aux effets d'amorçages, il était possible de favoriser la production de comportements sociaux non verbaux (Del-Monte et al., 2014). Ces effets positifs ont pu être directement observés dans les interactions entre patients et groupe contrôle. En effet, les auteurs soulignent que l'amorçage pro social favorisait l'émergence d'un sentiment de connexion sociale chez les participants sains ayant réalisé la tâche de coordination motrice avec un patient. Ainsi stabilisée, la coordination motrice des patients permettait l'augmentation de la ressemblance comportementale et, de fait, l'émergence d'un jugement social plus positif de la part des participants sains.

c. La réalité virtuelle

La réalité virtuelle (RV) est un outil technologique utilisé à plusieurs fins. Que ce soit pour la formation, le jeu, et la thérapie, ses innombrables possibilités d'immersion et son accessibilité économique et pratique, en font un outil plébiscité. Nous reviendrons plus en détails sur l'utilisation de la réalité virtuelle en psychologie dans le chapitre suivant. Ici, nous nous intéressons davantage à son utilisation dans le traitement des troubles des habiletés sociales.

La formation aux compétences sociales est une approche bénéfique qui n'a plus à montrer son efficacité. En revanche, les problématiques motivationnelles atténuent son efficacité (Kurtz & Mueser, 2008). Le caractère ludique de la RV permettrait de pallier à cela (Ku et al., 2007). De plus, la RV propose un environnement virtuel immersif, représentant des situations quotidiennes permettant de soulager les fonctions cognitives du patient qui n'a pas à faire intervenir sa mémoire et/ou son imagination pendant l'exercice. Contrairement à d'autres options thérapeutiques telles que les jeux de rôle, la RV représente des expériences de la vie réelle d'une manière sûre et contrôlable qui permet une pratique et une exposition répétées, ce qui est un élément clé du traitement. La réalité virtuelle peut également fournir des environnements écologiques avec des scénarios sociaux illimités. Il a d'ailleurs été démontré qu'elle reproduisait les conditions sociales (Wallach et al., 2009). Pourtant, cette utilisation dans l'entrainement aux compétences sociales reste marginale. En 2011, Park et ses collaborateurs, ont proposé un entrainement aux compétences sociales à 91 patients diagnostiqués schizophrènes. Une première moitié d'entre eux bénéficiait d'un entrainement aux habiletés sociales traditionnel, et l'autre moitié le recevait en RV. Les séances avaient lieu deux fois par semaine durant cinq semaines. Le programme était le suivant : cinq séances d'entrainement à la conversation (se présenter, attirer et maintenir l'attention, écoute de l'autre, débuter une conversation, maintenir et terminer une conversation), trois séances de formation à l'affirmation de soi (faire une demande, rejeter une demande, faire un compromis) et enfin deux séances de formation aux techniques d'expression émotionnelle (exprimer des émotions positives, exprimer des émotions négatives). Les séances en elles-mêmes reprenaient le même format que les séances d'affirmation de soi décrites plus tôt. Chaque session comprenait trois jeux de rôle différents réalisés avec le thérapeute ou des avatars pour le groupe RV. Les résultats étaient plutôt encourageants : les patients qui ont reçu l'entrainement en RV ont enregistré un taux d'intérêt plus élevé avec une supériorité motivationnelle. En termes de compétences sociales, les deux types de formation ont été efficaces. Le groupe RV a montré un avantage dans les compétences conversationnelles et le groupe classique dans les compétences non-verbales. Autre résultat important, les participants du groupe RV ont signalé que lors de l'interaction avec les avatars, ils se sentaient moins inquiets et plus performant que d'habitude. Cette situation d'apprentissage, en plus de jouer sur la motivation, agit comme un renforçateur des compétences sociales utilisées. D'autres recherches comme celles de Adery et al., (2018) ou encore Rus-Calafell et al., (2014) ont montré des résultats similaires encourageants dans des populations de patients schizophrènes. Rus-Calafell et ses collaborateurs (2014), ont amélioré les symptômes négatifs, l'anxiété sociale, l'évitement et le fonctionnement social dans un

groupe de 12 patients atteints de schizophrénie en seulement 16 séances d'une heure en réalité virtuelle. De plus, les auteurs ont observé un maintien des gains à 4 mois laissant présager d'un transfert des apprentissages à la réalité et une durabilité de ces derniers. Plus récemment, Adery et al., (2018) ont montré une réduction des symptômes et particulièrement des symptômes négatifs, mais aussi une satisfaction liée à la thérapie, et une mémorisation des apprentissages plus importantes qu'en groupe physique classiquement présenté. Néanmoins, l'étude s'est passé d'un groupe contrôle et utilisait un environnement de réalité virtuelle non immersif, et des interactions non naturelles (les participants avaient le choix entre différentes « missions sociales » à accomplir, qui une fois réussies permettaient d'accéder au reste de l'environnement dans lequel étaient présentés les autres avatars permettant de choisir une autre mission sociale à mener à bien.).

Kandalaft et ses collaborateurs (2013) soulignent que la réalité virtuelle permet des interactions sociales sans les niveaux élevés de stress, la peur de faire une erreur dommageable ou du rejet. Dans son étude sur une population de patients diagnostiqués autistes à haut fonctionnement, il est suggéré que la RV s'avère être une plate-forme plus efficace pour améliorer les compétences et la cognition sociale dans les troubles du spectre autistique. En effet, il a été montré que les adolescents atteints de TSA sont capables d'interpréter la RV comme une réalité tout en restant connectés à la réalité en dehors du monde virtuel (Parsons et al., 2006). Kandalaft et ses collègues (2013) ont évalué huit participants âgés de 18 à 26 ans diagnostiqués autistes à haut fonctionnement. Ils ont plongé à dix reprises les participants dans un environnement virtuel créé à partir du jeu vidéo de simulation Second Life, à raison de deux séances d'une heure par semaine. Les environnements choisis étaient proches de ceux rencontrés par les participants dans la réalité, à savoir un immeuble de bureaux, une salle de billard, un fast-food, un magasin, un appartement, un café, une école, un terrain de camping et un parc. Les avatars utilisés représentaient le participant, et une version modifiée du thérapeute (plus âgé, sexe différent). Les scénarios sociaux ont été construits afin de mettre l'accent sur l'objectif d'apprentissage de la session comme rencontrer de nouvelles personnes, gérer un conflit, négocier des décisions financières et sociales, faire un entretien d'embauche. Après dix séances d'intervention en RV, les scores ont considérablement augmenté pour certaines mesures de reconnaissance verbale et non verbale, et de théorie de l'esprit. Ces résultats soutiennent le potentiel mais surtout la faisabilité d'un programme de formation aux compétences sociales en RV. Autre résultat notable, tous les participants avaient l'impression que la formation leur avait permis d'acquérir des compétences sociales les aidant à maintenir une conversation dans la vie réelle. Parmi les

autres compétences fréquemment citées par la majorité des participants figuraient la compréhension du point de vue des autres et l'établissement de relations. Malgré le caractère intéressant de ces résultats, ils restent à prendre avec prudence compte tenu de l'absence de groupe contrôle, de la taille de l'échantillon et des limites courantes inhérentes à la façon de mesurer la cognition sociale. Pour autant, le retour qualitatif fait par les participants est un point important à ne pas écarter.

i. Interactions sociales et avatars

L'utilisation de la réalité virtuelle pose question quant à notre rapport aux agents virtuels et autres avatars rencontrés dans ce milieu. Ces derniers ont reçu une grande attention ces dernières années en tant qu'agent sociaux pour l'orientation dans les musées (Kopp et al., 2005), l'éducation (Vala et al., 2007), le divertissement (Hartholt et al., 2009), la formation aux entretiens d'embauches (Hoque et al., 2013) par exemple. En effet, la flexibilité de cet outil est un atout qui offre des milliers de possibilités d'usage. Mais dans ces interactions sociales, l'information visuelle joue un rôle crucial. Nous avons détaillé la perception du non verbal dans les interactions entre humains, et nous avons pointé son importance. Qu'en est-il de notre capacité à percevoir, lire, comprendre et interpréter le non verbal d'un avatar ? Ces agents virtuels sont capables d'exprimer des émotions, ce qui est fondamental tant pour leur crédibilité que pour leurs capacités sociales perçues. Le réalisme et son effet sur l'humain a été débattu depuis que Masahiro Mori a proposé l'hypothèse bien connue de la « vallée de l'étrange » dans les années 70 (Mori, 1970). L'auteur a émis l'hypothèse que l'acceptation d'un robot humanoïde augmente avec son réalisme mais seulement jusqu'à un certain point où l'acceptation chute brutalement. Cette chute est accompagnée de sensations étranges. Néanmoins, des auteurs ont mis en évidence qu'avant ce seuil critique, les robots aux indices esthétiques réalistes sont capables d'induire des taux d'acceptabilité élevés (Hanson et al., 2005). Des études ont d'ailleurs montré que nous répondons instinctivement par imitation devant une photographie de main humaine s'ouvrant et se fermant, que devant celle d'un robot (Chaminade et al., 2010; Oberman et al., 2007). En somme, le cerveau humain a tendance à répondre de manière similaire à l'homme et au robot. Mais qu'en est-il de l'émotion tellement associée à la sphère sociale ? Il semblerait que les robots et agents virtuels aient toutes les caractéristiques nécessaires à l'interaction sociale : la parole, le regard, la gestuelle et même les expressions faciales (Dautenhahn, 2007). Il a été démontré dans une étude que les émotions exprimées par un visage virtuel étaient reconnues de manière comparable aux émotions exprimées par des expressions faciales humaines (Spencer-Smith et al., 2001). Quelques

difficultés perdurent, notamment au niveau des expressions faciales qui sont un mélange de plusieurs expressions faciales comme c'est le cas du dégoût par exemple (Dyck et al., 2008). En effet, le dégoût était confondu avec la colère car il semble difficile de générer les unités d'expressions liées au dégoût sur des visages virtuels. Dans la recherche de Dyck et ses collaborateurs (2008), les expressions de tristesse et de peur étaient mieux notées lorsqu'exprimées par un avatar, et les autres expressions comme la colère ou la joie étaient aussi bien identifiées sur un visage humain que sur un avatar. En outre, il a été démontré que les personnages virtuels transmettent non seulement des informations sociales aux observateurs humains, mais sont également perçus comme des agents sociaux exerçant ainsi une influence sociale sur les interactions humaines (Bailenson et al., 2003; Pertaub et al., 2001). Un nombre important d'études récentes ont fourni des preuves que les réactions sociales sont étonnamment équivalentes au visage humain (Garau et al., 2008). Il a par exemple été démontré que les personnages virtuels provoquent la facilitation sociale (Hoyt et al., 2003), le comportement de proximité (Bailenson et al., 2001) et la gestion des impressions sociales (Sproull et al., 1996). De plus, il a été mis en évidence qu'ils évoquent un sentiment de présence sociale (Biocca et al., 2003a), d'autant plus fort si les personnages virtuels sont anthropomorphes (Nowak & Biocca, 2003). Aussi contre intuitif cela puisse paraitre, les relations sociales sont possibles avec des avatars, ce qui rend leur utilisation en thérapie tout à fait pertinente. En revanche, et même si l'expérience avec les jeux vidéo n'a pas d'action directe sur le traitement des avatars, l'âge semble influencer la qualité de la reconnaissance des émotions des visages virtuels (Dyck et al., 2008). Il convient donc de sélectionner scrupuleusement les patients à qui appliquer ces traitements.

Comme nous venons de le voir, nous sommes capables de lire aussi bien les messages verbaux et non verbaux des avatars que des humains. C'est une chance pour les patients qui semblent alors disposés à bénéficier de la thérapie en réalité virtuelle. Brièvement abordé précédemment, cet outil est déjà largement utilisé en thérapie pour compléter ou se substituer aux exercices d'exposition en imagination mais son utilisation dans la formation aux habiletés sociales reste marginale malgré son potentiel indéniable. Connait-on bien cet outil et ce qui en fait un allié de taille pour la thérapie ? Pourquoi est-il efficace ? Dans le chapitre suivant, nous allons tenter de décrire la RV et ses utilisations, et nous nous attarderons sur ce qui permet aux utilisateurs et aux patients d'être immergés dans ce monde virtuel afin de comprendre pourquoi la RV est un outil novateur et formidable pour la formation aux habiletés sociales.

Chapitre 2 : La réalité virtuelle

1. Qu'est-ce que la réalité virtuelle ?

a. Histoire et définition

Bien que récemment démocratisée, la réalité virtuelle est un outil technologique déjà ancien. Sa version la plus archaïque a été créée dans le courant des années 30 pour la formation des pilotes (Edwin, 1931). Ce n'est que 32 ans plus tard, que cette technologie est améliorée pour devenir le Sensorama (Heilig, 1962). Ce système composé d'un masque équipé d'un système stéréoscopique proposait un cinéma multi-sensoriel immersif. Ce dernier a été perfectionné par Sutherland (1968) pour donner le Head Mounted Display (HMD) connu aujourd'hui. Forte de ses perfectionnements au fil des avancées technologiques, la réalité virtuelle se targue aujourd'hui de proposer une immersion toujours plus réaliste grâce à l'ajout de stimulations sensorielles (i.e. son spatialisé, odeurs, gants sensoriels). La RV se définit comme une application permettant à un utilisateur d'interagir, en temps réel, avec un environnement virtuel (EV) (Pratt et al., 1995). L'environnement virtuel est un espace numérique en trois dimensions (Baus & Bouchard, 2017) projeté sur un écran (i.e. d'ordinateur, visiocasque, ou voûte immersive) capable de proposer des stimulations sensorielles variées (i.e. image, son, odeurs). Selon la sophistication du système, il sera possible pour l'utilisateur de se déplacer et/ou d'interagir avec l'environnement médiatisé qui s'adapte en temps réel aux mouvements de l'immergé.

b. Equipement

Il n'existe pas qu'une seule façon d'utiliser la RV. Un simple téléphone, une console de jeu, un ordinateur de bureau, sont autant d'outils de base permettant l'utilisation de la RV. Dans le premier cas, un « cardboard » peut s'adapter sur n'importe quel téléphone. L'appareil fait de carton et de deux lentilles, se présente sous la forme d'un masque recouvrant les yeux à l'intérieur duquel on glisse son smartphone. Ce système développé par Google® s'inspire directement du HMD (Head Mounted Display) plus traditionnel mais également plus couteux. Ce casque est composé de deux écrans LCD fixés devant les yeux, d'écouteurs et de câbles reliant le casque au matériel permettant d'exploiter la RV (i.e. un ordinateur). La plupart du temps, les systèmes HMD sont vendu avec des capteurs de mouvement à placer dans la pièce pour un suivi des mouvements de la tête et du corps de l'utilisateur. Ils sont également équipés de manettes permettant la visibilité des mains dans l'environnement et leur suivi. L'intérêt pour

la RV grandissant, les développeurs proposent désormais des systèmes « sans fil » permettant une plus grande amplitude de mouvement, plus de liberté et une plus grande immersion inhérente à l'absence de contrainte du matériel. Ce système se rapproche de celui de la voûte immersive (aussi appelé CAVE Automatic Virtual Enrionnement) (Sutcliffe et al., 2006) qui consiste en une projection de vidéos 3D sur les murs d'une pièce (sol et plafond compris). L'utilisateur porte des lunettes 3D lui permettant de voir les images en trois dimensions comme au cinéma. Les images s'accompagnent bien sûr de son spatialisé. L'utilisateur peut alors circuler librement dans la pièce, en se voyant lui-même dans l'environnement, le tout sans entraves liés à l'équipement. Ses mouvements sont suivis par des caméras infrarouges reliées à des ordinateurs eux-mêmes connectés aux projecteurs. Ce système, bien que très immersif, est très couteux et demande beaucoup de place. Ces raisons font qu'il reste peu utilisé aujourd'hui au profit des HMD plus avantageux en tout point. De plus, petit à petit s'ajoutent des dispositifs permettant de stimuler les sens de l'utilisateur pour se rapprocher d'une expérience dans la réalité physique. Par exemple, le son spatialisé (Zahorik, 2002), les gants sensoriels (Lanier, 1992) ou encore l'odorat (Baus & Bouchard, 2010).

2. Applications de la réalité virtuelle

La RV permet l'accès presque infini à divers univers. Cette multitude de choix, des plus fantastiques aux plus réalistes et qui n'a pour limite que l'imagination des développeurs, permet une grande variété d'utilisation

a. *Le jeu vidéo*

Lorsque l'on parle de RV, la première utilisation qui vient à l'esprit c'est le jeu vidéo. On a tous en tête l'utilisation des HMD dans des jeux d'horreur, des montagnes russes ou des jeux de tirs à la première personne. L'ensemble des casques aujourd'hui sur le marché ont proposé leur première version la même année : en 2016. Bien que couteuse, cette technologie a rapidement séduit les utilisateurs en proposant un gameplay nouveau et des jeux spécialement conçus pour être vécus en réalité virtuelle.

b. *L'évaluation et les autres utilisations*

Outre le loisir, le RV a également montré sa pertinence dans un autre domaine : l'évaluation. En effet, sa capacité à proposer des environnements divers y compris du quotidien, permet d'évaluer les déficits de patients dans des contextes dit « écologiques » c'est-à-dire, en accord avec la vie réelle. Par exemple, l'évaluation de troubles neurologiques dans un cabinet avec des

tests utilisant un papier et un crayon, limite l'observation de ces troubles. En effet, dans sa vie quotidienne, le patient sera confronté à d'autres types de situations (i.e. se faire un café, faire le ménage, prendre le bus) qu'il est nécessaire de pouvoir évaluer. Des auteurs ont par exemple proposé un environnement de salle de classe permettant d'évaluer le trouble de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDA/H) chez des enfants (Moreno & Mayer, 2007). Ce type d'évaluation sera plus représentatif du quotidien vécu par le patient que les tests habituellement proposés pour évaluer ce type de pathologie. La RV est également un outil très intéressant pour l'architecture et l'immobilier (visualisation et visite de futurs bâtiments), ou encore, pour rester dans le milieu de la santé, la gestion de la douleur en jouant sur la distraction (Gold et al., 2007; Hoffman et al., 2008).

c. *L'apprentissage, la formation*

Autre domaine d'utilisation de la réalité virtuelle, et probablement celui par lequel elle a émergé : la formation et l'apprentissage. En effet, elle offre à moindre coût un environnement réaliste proche des situations de la vie réelle et dans lequel il est possible de simuler des situations dangereuses ou impossibles à recréer dans la réalité. La RV permet donc de se plonger dans des situations complexes pédagogiques sans risque, et d'augmenter le niveau de difficultés en fonction des compétences de l'élève. Elle est utilisée par exemple pour la prise de décision en médecine (Mantovani et al., 2003a) et dans l'armée (Hill et al., 2003), la gestion du stress (Bouchard et al., 2010), l'apprentissage de l'anatomie humaine (O'Toole et al., 1998), l'enseignement de la communication (Kenny et al., 2007), l'entrainement aérospatial (Reschke et al., 1994), le pilotage d'avion (Kennedy et al., 1993) ou encore l'entrainement aux chirurgies (Savata & Jones, 2014).

d. *La thérapie*

Mais ce qui nous intéresse tout particulièrement c'est l'utilisation de la RV dans la thérapie. Son nombre d'application ne cesse de croitre depuis les dernières années. Les avantages de la RV que nous avons précédemment dépeints (i.e. sécurité, champ de possible presque infini, coût) en font de bons arguments pour l'utilisation en thérapie et notamment pour l'exposition (Cristina Botella et al., 2004; Malbos et al., 2013). En effet, aujourd'hui, les thérapies cognitives et comportementales (TCC) font consensus dans la prise en charge de ces pathologies mentales (Inserm, 2004). Un de ses plus grands principes est l'exposition. Cette technique thérapeutique vise à immerger le patient dans une situation anxiogène de façon progressive, continue et répétée jusqu'à diminution des symptômes anxieux. Cette technique est particulièrement

utilisée auprès des patients touchés par un trouble anxieux mais aussi dans le cas d'abus de substance afin de réduire les symptômes anxieux émanant de la confrontation à la substance, qui favoriseraient sa consommation. L'exposition se pratique de façon progressive avec le patient en débutant, souvent, par une exposition en imagination se soldant par une exposition in vivo. Malheureusement, ces techniques ont également leurs limites ne permettant pas au patient de bénéficier des meilleurs résultats possibles. En effet, l'exposition en imagination est largement limitée par les capacités imaginatives des patients. L'exposition *in vivo*, elle, peut être vécue comme trop violente pour les patients qui peuvent alors la refuser engendrant un ralentissement de la prise en charge et parfois son arrêt total et prématuré. En effet, 25% des patients phobiques refusent de bénéficier de la thérapie par exposition (Cristina Botella et al., 2000). De plus, elle est également limitée selon les situations auxquelles le patient doit être exposées. Certaines situations ne peuvent être techniquement déclenchées (i.e. orages, tempêtes) et peuvent parfois être dangereuses ou économiquement couteuses (i.e. hauteur, accident, attaque, avion). La RV permet de pallier ces difficultés. L'exposition se déroule dans l'intimité et la confidentialité du cabinet du thérapeute, peut être réglée finement selon les difficultés du patient, et les scènes fidèlement répétées jusqu'à habituation. Ces avantages sont d'autant plus intéressants que malgré l'aspect virtuel de l'environnement, ce dernier génère les mêmes pensées, comportements et émotions qu'une situation réelle. C'est d'ailleurs une condition sine qua non au transfert des apprentissages reçus en RV à la vie réelle Viaud-Delmon, 2007). La RV est un outil très intéressant pour l'exposition dans la prise en charge des troubles anxieux (i.e. Rothbaum et al., 2000) mais son potentiel s'étend au-delà. Elle trouve également un intérêt dans le travail cognitif au travers, par exemple, de l'entrainement aux habiletés sociales de patients touchés par les troubles du spectre autistique (Luca et al., 2019; Mesa-Gresa et al., 2018) et la schizophrénie (Adery et al., 2018; K.-M. Park et al., 2011; Rus-Calafell et al., 2014).

3. Application de la thérapie en réalité virtuelle dans les différentes pathologies

a. Les troubles anxieux

Aujourd'hui, les troubles anxieux restent le groupe de pathologies provoquant le plus d'intérêt dans le monde de la réalité virtuelle. Beaucoup d'études se sont penchées sur l'efficacité d'une prise en charge en réalité virtuelle pour traiter les troubles anxieux. C'est d'ailleurs le traitement des phobies en RV qui a permis au grand public de connaitre l'utilisation de cet outil en psychothérapie. Dans le cas des troubles anxieux, la RV est particulièrement utilisée pour l'exposition. Les phobies spécifiques sont les sujets principaux du travail en RV avec par

exemple une bonne efficacité sur la peur de hauteurs (Emmelkamp et al., 2002), la peur de voler (Krijn et al., 2007), le trouble panique (C. Botella et al., 2007), la phobie sociale (Klinger et al., 2005) ou encore la peur de parler en public (Wallach et al., 2009). L'exposition en RV associée aux TCC classiques est plus efficace que les TCC seules (Mühlberger et al., 2003). La RV est une véritable plus-value pour la psychothérapie grâce aux avantages que nous avons développés plus tôt. Etonnement, même les patients victimes d'un état de stress post-traumatique (ESPT) peuvent bénéficier des avantages de la RV. Difede et Cukor et ses collaborateurs (2007) ont évalué un traitement d'exposition en réalité virtuelle sur des victimes des attentats du 11 septembre 2001 aux Etats-Unis. Durant une moyenne de 7 sessions et demi, les 10 participants participaient à des séances de psychoéducation, de relaxation, d'explication de l'exposition puis d'exposition graduelle. Les patients étaient exposés aux mêmes scènes, peu importe l'endroit où ils se trouvaient réellement le jour de l'attentat. L'exposition a eu un effet positif sur 9 des patients et plus positif que les patients en liste d'attente. Même si chaque patient avait ses propres images et souvenirs personnels, l'environnement standardisé s'est montré efficace. L'EV proposait un éventail suffisamment large de stimuli sensoriels ce qui a pu fournir une résonnance émotionnelle aux diverses expériences traumatiques. De plus, les traces du traumatisme étant essentiellement sensorielles, les possibilités de stimulation multi sensorielles de la RV permettaient de recouper des fragments de mémoire et ainsi d'accéder aux structures de la peur (Difede & Cukor, 2007). Ces résultats sont d'autant plus notables qu'ils restent efficaces sur le long terme (Rothbaum et al., 2002; Wiederhold & Wiederhold, 2003) et que les acquis *in virtuo* se transfèrent dans la vie réelle (Morina et al., 2015).

b. La dépression

Contrairement aux troubles anxieux la dépression ne semble pas être un domaine d'intérêt majeur dans la recherche sur la RV. En effet, peu d'études portent sur la dépression et l'efficacité d'un traitement en réalité virtuelle. Pourtant elle trouve déjà son intérêt dans l'évaluation de troubles neuropsychologiques associés (Gould et al., 2007) et leur résolution dans la maladie d'Alzheimer par exemple (García-Betances et al., 2015), dans des séances de psychoéducation ou encore de relaxation en favorisant l'imagerie (Ku et al., 2007). Malgré l'absence d'études portant sur l'état dépressif majeur, certaines études se penchent sur l'efficacité de la réalité virtuelle dans la réduction des affects dépressifs. Par exemple, plusieurs auteurs se sont intéressés à la régulation de l'apathie, symptôme majeur de la dépression, par la réalisation d'activités physiques en RV. Ces auteurs ont d'ailleurs pu montrer une véritable réduction de la symptomatologie anxieuse et dépressive (Zeng et al., 2018) grâce à l'énergie

ressentie, à une baisse de la tension et de la fatigue (Plante et al., 2006). Autre exemple, Pallavicini et ses collaborateurs, en 2013, ont évalué un programme de réalité virtuelle sur des professeurs qui voient alors leur stress perçu diminuer par rapport au groupe contrôle. Une autre étude a montré l'efficacité de la psychoéducation en réalité virtuelle sur la diminution des affects dépressifs (Gamito et al., 2010). En 2014, Shah et ses collaborateurs, proposent un programme de diminution du stress à destination de patients touchés par un trouble de l'humeur. Leur programme trouve un certain succès en permettant une baisse du stress objectif (température de la peau), du stress subjectif, de la dépression et de l'anxiété ainsi qu'une hausse des connaissances sur la maladie. Même si ces résultats sont prometteurs, l'absence de groupe contrôle, et de contrôle sur la médication rendent cette étude fragile. En 2016, Falconer et ses équipes, reproduisent leur étude de 2014 sur une population de patients atteints de dépression. Cette étude a pour but d'augmenter l'autocompassion et de diminuer l'autocritique afin d'éliminer ces variables responsables du maintien de la dépression. Là aussi des résultats prometteurs émergent. On retrouve une diminution de la sévérité de la dépression et de l'autocritique, et une augmentation de l'autocompassion. Les auteurs constatent également que la répétition des sessions permet l'approfondissement des acquis. Mais nous pouvons faire le même reproche qu'à l'étude de Shah et ses collaborateurs (2014) puisqu'il n'y a pas de groupe contrôle dans cette étude. Le champ de la dépression reste encore vierge de toute proposition d'outils thérapeutique en réalité virtuelle et mérite un gain d'intérêt compte tenu des aspects ludique et motivant de l'outil.

c. Les troubles du comportement alimentaire

Dans le cas des troubles du comportement alimentaire, la RV a été utilisée de différentes façons. Elle a d'abord été utilisée dans un but de compréhension du trouble. En effet le RV permet la visualisation d'un corps en 3D modifiable par le patient, ou encore la visualisation d'un corps « idéal ». Egalement, des situations réelles de la vie peuvent servir d'environnements d'exposition tout en restant sécures, flexibles et contrôlables (Ferrer-García et al., 2009). Cette « préexposition » en VR permet de recueillir la manifestation des symptômes vécus en réalité de façon plus pertinente que lors d'un simple entretien clinique non écologique et facilite ensuite l'exposition *in vivo* (Ferrer-García & Gutiérrez-Maldonado, 2012). En effet, l'EV permet de déclencher anxiété et symptômes dépressifs (Ferrer-García et al., 2009) mais également la culpabilité et l'envie de consommer, encore plus lorsqu'une simulation de consommation de nourriture « interdite » est faite en RV (Perpiñá et al., 2001). Ces états sont comparables à ceux expérimentés dans la réalité. Une étude de Gorini et son équipe, en 2010,

a démontré que la nourriture réelle ou virtuelle déclenche les mêmes réactions. Ces dernières sont d'ailleurs plus importantes qu'avec des simples photos de nourriture. Déjà en 1997, Riva et son équipe ont travaillé au développement d'un outil ciblant les troubles du comportement alimentaire : le Virtual Body Project (BIVRS) qui est un environnement en 3D, non immersif. Le Virtual Environment for Body Image Modification (VEBIM) (Giuseppe Riva et al., 1997) a été développé pour répondre plus spécifiquement aux besoins dans les troubles de l'image du corps, élément central des troubles du comportement alimentaire. Cet environnement permettait un travail cognitif novateur sur l'image de soi auprès de populations cliniques et non cliniques, montrant chaque fois une efficacité de la réalité virtuelle sur l'insatisfaction corporelle (Giuseppe Riva et al., 1997; Giuseppe Riva, 1998), sur la motivation au changement (Riva et al., 2002; Giuseppe Riva, 1998), ou encore sur le sentiment d'efficacité personnelle (Riva et al., 2002). De plus, les effets habituellement négatifs de la RV, comme le cyber-malaise, peut être utilisé dans ce cadre-là. Cette discordance entre ce qui est vu et ce qui est ressenti par le corps, crééer un malaise qui permet de reprendre conscience du lien entre le sensorimoteur et les processus perceptuels. Autre utilisation détournée de la RV : permettre de comprendre qu'une perception n'est pas forcément réelle, ce qui vient assouplir les défenses et aider au travail thérapeutique (Ferrer-García & Gutiérrez-Maldonado, 2012). Egalement, la RV est vu par les utilisateurs comme un juge neutre et impartial derrière lequel ne réside aucun sous-entendu ou éventuelle manipulation. De fait, la présentation des distorsions est acceptée avec moins de résistance ce qui permet aux patients de considérer plus facilement leurs distorsions (Ferrer-García & Gutiérrez-Maldonado, 2012).

d. Les abus de substance

La RV peut être utilisée de différentes façons dans le cadre de l'abus de substance. La VR peut permettre un entrainement aux stratégies de coping en présence de la substance (J. S. Lee et al., 2008) puisqu'elle a le potentiel de présenter aux individus une simulation d'indices qui conduisent au *craving* et donc aux comportements problématiques comme l'usage d'alcool, de drogue ou un jeu excessif. Par exemple, Cho et ses collaborateurs, en 2008, ont imaginé un environnement virtuel capable d'induire une pression sociale, connue pour favoriser la consommation d'alcool (Marlatt, 1996). Egalement, l'exposition aux signaux opiacés a été testée par Kuntze et al. (2001). Les données indiquent que les participants ont ressenti un besoin accru de consommation (Kuntze et al., 2001). Un programme de réactivité aux signaux de la nicotine a été élaboré et testé (Bordnick et al., 2005). Lee et ses collaborateurs, dans leur étude de 2008, montrent l'efficacité de la RV pour induire le *craving* et entrainer les stratégies de

coping dans différents contextes. La plupart des études montrent que les environnements en RV sont capables de déclencher le *craving*. Même si des études concernent l'alcool (J. S. Lee et al., 2008) ou la cocaïne (Saladin et al., 2006), la plupart portent, à ce jour, sur la cigarette (Bordnick et al., 2005).

e. Les troubles psychotiques

La RV est également un très bon outil pour évaluer l'expérience psychotique des patients de façon sécuritaire. L'équipe de Freeman s'est particulièrement intéressée à la question en étudiant spécifiquement les idées paranoïaques. En 2008, Freeman et ses collègues dénombrent plusieurs utilisations de la RV dans la psychose dont les principales sont :

L'évaluation des symptômes. Un EV étant une situation plus écologique qu'un entretien clinique, il est un bon outil pour explorer les pensées du patient en situation. Un patient décrivant des pensées paranoïaques envers des avatars est plus susceptible d'en décrire dans des interactions réelles, ce qui offre une bonne validité exploratoire à la réalité virtuelle (Daniel Freeman, 2008). Toujours dans une volonté de compréhension du trouble, les auteurs ont mis en avant la capacité de l'EV à permettre l'identification de facteurs prédicteurs (i.e. distance sociale, taille d'une pièce, expressions faciales, …Freeman et al., 2003) et de facteurs causaux.

Autre utilisation primordiale : le développement d'un traitement. En effet, la RV peut être utilisée comme outil de psychoéducation permettant l'exploration de ce qui augmente ou diminue les symptômes, tout en restant dans un environnement contrôlable et sécuritaire. La qualité de cet environnement permet également une thérapie par exposition aux craintes persécutoires (Freeman et al., 2016) ou encore un apprentissage de stratégies de coping, étant donné que la sécurité garantie par l'environnement permet d'essayer différentes réponses. Cet outil s'est également montré efficace dans une population non clinique présentant des pensées paranoïaques. En 2018, une équipe Montréalaise (du Sert et al., 2018) est allée plus loin en proposant aux patients schizophrènes ou subissant un trouble schizo-affectif, ne répondant pas aux traitements classiques, de créer un avatar symbolisant les voix hallucinées. En effet, les patients ont besoin de personnifier leurs voix auxquelles ils prêtent, en général, le visage du thérapeute (du Sert et al., 2018). Cette raison serait une des raisons de l'échec des thérapies classiques (i.e. TCC). Dès 2013, Leff et ses collaborateurs, ont développé cette technique de création d'un avatar représentant le persécuteur. Les patients ont révélé une hausse de leur sentiment de contrôle. En 2018, Craig et son équipe, ont testé cette technique et ont révélé des résultats encourageants sur la détresse associée aux hallucinations en comparaison à une

thérapie de soutien. du Sert et ses collaborateurs ont testé un programme de 7 séances dont une de création de l'avatar. L'avatar se devait d'être le plus angoissant possible physiquement. La voix la plus inconfortable était choisie par le patient parmi une liste. L'expérience hallucinatoire était alors reproduite et un dialogue, favorisé par le thérapeute, s'instaurait entre le patient et l'avatar. Les premières séances sont consacrées à l'amélioration de la régulation émotionnelle et de l'affirmation de soi face à la voix personnifiée par l'avatar. Dès la 4ème séance, le développement de l'estime de soi est encouragée grâce, notamment, à l'introduction de qualités dans le dialogue de l'avatar qui devient moins agressif et plus favorable. Le thérapeute entraine le patient à accepter plutôt que s'opposer à la voix. Les séances restantes servent à la consolidation des acquis et permettent une plus grande autonomie dans l'interaction avec l'avatar. Cette étude sur 19 patients résistants à au moins 2 précédents traitements, a montré des effets bénéfiques sur la sévérité des voix, sur les symptômes dépressifs et donc la qualité de vie. Une stabilité de ces résultats a été observée sur au moins 3 mois. Dans cette étude, les auteurs ont soulevé un point important : le sentiment de présence (SP). L'équipe de du Sert fait partie d'une des rares équipes de recherche intégrant des mesures du sentiment de présence dans l'évaluation de l'efficacité d'un outil en réalité virtuelle. Pourtant, le sentiment de présence est précisément ce qui permet à la RV de générer les mêmes réactions comportementales, cognitives et émotionnelles que la vraie vie. Facilitateur de motivation, et d'engagement thérapeutique, la SP est un paradigme essentiel pour l'utilisation d'une RV efficace.

4. Le sentiment de présence

a. Historique du concept et définition

Avec l'apparition de la RV, des questionnements sur ce sentiment de faire partie du monde virtuel sont apparus. Dérivé du terme de « Téléprésence » qui fait référence à des utilisateurs physiquement distants reliés par la technologie, le SP renvoie à l'impression d'être dans un lieu virtuel (Sheridan, 1992). Définir cette notion relativement impalpable a longtemps représenté un défi. Heeter (1992) définit trois types de présence : la présence personnelle (ou physique), associée à l'impression de faire partie de l'environnement virtuel ; la présence sociale, qui accorde l'impression que d'autres êtres virtuels sont « là » (i.e. autres utilisateurs représentés par des avatars, agents virtuels) ; et enfin la présence environnementale, qui reflète la capacité de l'environnement à répondre aux actes de l'utilisateur. Le terme « présence » retrouvé seul fait, la plupart du temps, référence à la présence personnelle, physique. Elle se rapporte à cette impression d'exister dans, de faire partie de l'environnement virtuel. C'est une notion tout à fait subjective (Schloerb, 1995) ce qui rend sa définition d'autant plus difficile. D'autres auteurs

ont ajouté leur pierre à l'édifice pour tenter de définir ce concept : Lombard et Ditton, par exemple, proposent en 1997 six dimensions de la présence. Parmi ces dimensions on trouve la richesse sociale qui fait référence à la perception du média comme sociable, chaleureux et sensible ; le réalisme du média ; sa capacité à transporter dans l'environnement mais aussi celle à engager les sens dans l'environnement (immersion) ; les réponses sociales qu'il provoque et enfin sa capacité à être perçu comme une entité sociale. Ils ajoutent une notion importante qu'est l'illusion de non médiation qui fait immédiatement référence à cette perte de conscience que l'environnement est soutenu par une technologie (Lombard & Ditton, 1997). Riche de tous ces apports, le SP peut finalement se définir de la sorte : c'est un état psychologique agissant comme une réponse aux propriétés immersives d'un système artificiel (Slater et al., 2009), permettant une interprétation d'un environnement artificiel comme s'il était réel (K. M. Lee, 2004) grâce à une illusion de non médiation (Lombard & Ditton, 1997) rendue possible par une attention soutenue dirigée vers l'environnement virtuel (Witmer & Singer, 1998).

b. Sentiment de présence et immersion

Souvent confondus ou non différenciés dans les articles, le sentiment de présence et l'immersion ne se réfèrent pas aux mêmes choses. Selon Slater et Wilbur (1997) l'immersion est un aspect quantifiable de la technologie. Elle se structure selon quatre facteurs : le nombre de modalités sensorielles auxquelles l'usager est exposé, son degré d'isolation par rapport aux stimuli du monde non synthétique, la taille des écrans et enfin leur résolution. A ces facteurs, Slater (2003) ajoute la qualité des stimuli auxquels le système expose l'utilisateur et la précision du suivi de la position de l'immergé dans l'EV. Le degré d'immersion est donc une propriété objective du système de réalité virtuelle (Sanchez-Vives & Slater, 2005). Le sentiment de présence correspond à l'expérience, au vécu du degré d'immersion (W. IJsselsteijn, 2002). C'est une réaction de l'usager à l'immersion (Slater et al., 2009). Il existe manifestement un lien entre l'immersion et la présence, mais un même degré d'immersion peut évoquer deux degrés de présence différents chez deux usagers. De même, deux systèmes aux propriétés immersives inégales peuvent induire un même degré de présence chez deux usagers différents (Slater et al., 2009). Ces variations sont liées au rôle des facteurs individuels (p. ex., l'imagination, les expériences passées, l'humeur, la nature du stimulus; Heeter, 2003), que nous évoquerons en détails ultérieurement, dans le sentiment de présence. En somme, la présence représente un facteur psychologique alors que l'Immersion représente un facteur technologique, lui-même facilitateur de l'expérience du sentiment de présence (Thornson et al., 2009).

c. *Sentiment de présence sociale*

Bien que la plupart des auteurs s'intéressent au rapport avec l'environnement virtuel au sens de l'espace, il reste un aspect du monde réel qu'il ne faut pas négliger dans le monde virtuel : l'aspect social. La relation sociale dans un environnement virtuel et en présence d'agents eux-mêmes non humains n'est pas une notion instinctive. Pourtant, la présence sociale a été définie comme le niveau de saillance porté à une autre personne (Short et al., 1976). L'intimité et l'immédiateté en sont deux composantes essentielles. La première se défini par le sentiment de connexion à l'autre, quant à la seconde elle représente le sentiment d'être dans un même lieu et d'interagir avec un individu réel. Ces dernières sont déterminées par des indices verbaux et non verbaux (Gunawardena & Zittle, 1997). La mise en exergue du sentiment de présence dans sa dimension sociale souligne la possibilité de développer des cognitions sociales et donc des comportements sociaux en interactions avec des agents virtuels.

d. *Pourquoi s'intéresser au sentiment de présence*

Quel que soit le domaine dans lequel la RV est utilisée (i.e. loisir, formation, thérapie) s'intéresser à la qualité du sentiment de présence est indispensable. Comme déjà mentionné, la RV peut offrir un apprentissage expérientiel, par le biais de scénarios difficiles ou trop dangereux à reproduire dans le monde réel, et ce, à des degrés de difficulté adaptables. Dans ce processus d'apprentissage, un degré élevé de présence rend l'expérience engageante (Mantovani et al., 2003) ce qui permet d'augmenter la motivation (Heeter, 1992) et l'engagement dans la thérapie (Lambrey et al., 2010) qui sont des facteurs favorisant le succès thérapeutique. Gardons également à l'esprit l'aspect ludique de ce type d'outil qui en fait un argument supplémentaire pour l'acceptation de l'exposition. Le SP permet de ressentir les pensées, émotions et comportements similaires à ceux déclenchés dans l'environnement non synthétique, permettant ainsi la création d'une expérience dont les apprentissages pourront être transférés au monde réel (Viaud-Delmon, 2007) en étant remémorés par le biais d'associations (Mantovani et al., 2003). Autre atout majeur : le sentiment de présence permet de réduire les symptômes de cyber-malaise qui sont de potentiels freins à la thérapie en réalité virtuelle (Witmer & Singer, 1998). Le sentiment de présence est donc un élément important de l'expérience en RV (Bouchard et al., 2008) et il peut agir comme facilitateur dans l'accomplissement du but d'un EV (Schaik et al., 2004).

e. Les facteurs favorisant le sentiment de présence

Afin de bénéficier de tous les avantages de la réalité virtuelle il semble nécessaire d'avoir un degré de sentiment de présence significatif. Pour cela, il est possible de prêter une attention particulière à certains facteurs qui permettent d'en favoriser l'émergence.

i. Les facteurs individuels

La réalité virtuelle offre une véritable relation dynamique avec les cognitions de l'utilisateur (Shin, 2018). Elle permet une expérience incarnée en manipulant les sens de l'utilisateur (Shin & Biocca, 2018), qui s'approprie le corps virtuel proposé pour créer un analogue de son propre corps biologique (Kilteni et al., 2012). Cette incarnation à travers un corps virtuel créer une impression de vivre réellement l'histoire en devenant une extension du schéma corporel. Cela est d'autant plus vrai que nous comprenons l'environnement à travers le champ des actions qui peuvent y être faites (Schubert et al., 1999). Plus le nombre d'actions possibles augmente, plus la construction mentale est facile, et moins le sentiment de présence est parasité par les stimuli conflictuels. De plus, le cerveau élimine naturellement les contradictions externes dans l'environnement (c.-à-d. Casque, câbles, sons externes). En d'autres termes, les possibilités d'action dans l'environnement virtuel augmentent le sentiment de présence (Schubert et al., 1999). La présence peut être définie comme la capacité de « faire » (Jäncke et al., 2009; Sanchez-Vives & Slater, 2005). Plus le média est interactif et riche en sens, plus il est facile à incarner, car il favorise des interactions sensorimotrices fines et complexes. Malgré tout le soin apporté à ces déterminants, un même environnement peut générer des SP radicalement différents (Steuer, 1992) selon les caractéristiques individuelles. En effet, ces caractéristiques fournissent un contexte qui influence l'état dans lequel le sujet entre dans l'environnement virtuel et donc le sentiment de présence ressenti. C'est ce que Nunez et Blake (2003) ont montré avec l'impact de l'amorçage sur le sentiment de présence. Même si l'état mental par amorçage n'est pas considéré comme une cause, il s'agit en tout cas d'un facteur faisant varier le sentiment de présence. L'amorçage active un ensemble de systèmes qui facilitent le traitement des perceptions associées (Nunez & Blake, 2003a). Habituellement, l'utilisateur essaie de réconcilier les schémas activés et ses perceptions de l'environnement pour limiter les incohérences. Cet effort cognitif est un traitement optimal de l'environnement et donc une sensation de présence active. La correspondance entre les éléments externes (virtuels) et internes (simulations mentales) a également son importance. Le degré de présence dans un environnement peut être mis en lien avec le degré de synchronisation de cet environnement et notre réalité mentale subjective (Sjölie, 2012). Les auteurs postulent qu'un sentiment de

familiarité suffit à développer un sentiment de présence important. En effet, la familiarité d'un stimulus générera une hypothèse pour le cerveau qui fera abstraction des éléments contraires à cette hypothèse. Il expliquera naturellement les différences et les manques par rapport à la réalité physique afin de valider l'hypothèse (Sjölie, 2012). Mais ces attentes en terme de familiarité dépendent d'autres facteurs individuels comme par exemple, l'âge (Bangay & Preston, 1998), les capacités d'empathie (Nicovich et al., 2005), l'absorption (Lombard & Ditton, 1997), l'imagination créative (Heeter, 1992), les habiletés cognitives (Sacau et al., 2008), la volonté d'être transporté dans un EV et « d'accepter » l'EV comme réel (Laurel, 1993; Slater & Usoh, 1993; Steuer, 1992), l'anxiété (Renaud et al., 2002; Robillard et al., 2003) et la peur (Schuemie et al., 2001). Dernier point, la sensibilité d'un individu au cyber-malaise (phénomène semblable au mal des transports) n'est pas à négliger. En effet, durant une immersion en RV, un utilisateur peut être atteint d'un cyber-malaise, réduisant ainsi le sentiment de présence (Kennedy et al., 1993). La RV propose une véritable relation dynamique avec la cognition de l'utilisateur (Shin, 2018). Elle permet une expérience incarnée en jouant des sens de l'utilisateur (Shin & Biocca, 2018) qui s'empare du corps virtuel proposé pour en faire un analogue de son propre corps biologique (Kilteni et al., 2012). L'utilisateur devient lui-même un facteur de majoration du sentiment de présence. C'est pourquoi un même environnement peut générer des sentiments de présence radicalement différents (Steuer, 1992).

ii. Les facteurs technologiques

A utilisateur égal, l'impact du matériel sur le sentiment de présence est considérable. L'important pour garantir un sentiment de présence significatif est l'illusion de non-médiation (Lombard & Ditton, 1997). En d'autres termes, c'est la perte de conscience des soutiens technologiques par l'utilisateur qui a l'impression d'évoluer physiquement dans le monde virtuel. Le confort du système est donc primordial car un système inconfortable rappellera la médiatisation de l'expérience à l'utilisateur (Billinghurst & Weghorst, 1995). De plus, instinctivement et scientifiquement, il a été démontré que l'immersivité d'un environnement augmentait le sentiment de présence. Par exemple, un système CAVE permettra un sentiment de presence plus élevé qu'un système RV, qui lui-même en permettra un plus élevé qu'un système stéréoscopique (Wideström et al., 2000). En effet, il semble que la technologie immersive avancée domine la relation et réduit le « bruit » d'autres facteurs pouvant perturber le sentiment de présence (Ling et al., 2014). D'autres critères purement technologiques sont importants comme par exemple la résolution et la qualité technologique de l'appareil, la cohérence entre les écrans (Slater & Usoh, 1993), la qualité des écrans (Billinghurst &

Weghorst, 1995), ou encore le taux de rafraichissement (Lackner & DiZio, 2004.; Slater & Usoh, 1993). Selon Snow et Williges (1998), la résolution et la texture des images représentent des paramètres tout aussi importants que le champ de vision et le suivi de position. Néanmoins, il semblerait que le champ de vision, le son, et le suivi de position ont presque trois fois plus d'influence sur le sentiment de présence que la résolution de l'image, la texture, la stéréoscopie, et le taux de rafraîchissement de la scène (Snow & Williges, 1998). La grande différence entre l'environnement physique réel et l'environnement virtuel reste la stimulation de sens. De fait, la richesse des informations sensorielles (i.e. son spatialisé, odeur) permet d'augmenter le sentiment de présence puisqu'elle contribue au réalisme perceptuel qui est aussi important que le réalisme social ou pictural (Witmer & Singer, 1998). Par ailleurs, malgré un sentiment de présence initialement élevé, les comportements socialement ou physiquement inhabituels d'un avatar peuvent faire diminuer le degré de sentiment de présence (Garau et al., 2008). La qualité et le réalisme visuel ne suffisent pas puisque l'interactivité de l'environnement contribue essentiellement au sentiment de présence (Slater & Usoh, 1993). L'interactivité correspond à la mesure dans laquelle l'utilisateur peut participer à la modification en temps réel de l'environnement (Steuer, 1992). Par exemple, dans quelle mesure pousser une porte en déclenchera l'ouverture. Le pouvoir de l'utilisateur sur son environnement rend le sentiment de présence plus prégnant. De la même façon, en présence d'avatars, des avatars moins réalistes mais dont les mouvements viennent en réponse à l'utilisateur favoriseront un plus fort sentiment de présence que des avatars réalistes préprogrammés (Heidicker et al., 2017). De plus, la reconnaissance de la présence de l'utilisateur par ces avatars semble influencer le sentiment de présence (Heeter, 1992), tout comme la propre reconnaissance de sa présence par l'utilisateur. En effet, en plus d'être acteur d'un point de vue égocentrique (Slater et al., 1996), la possibilité de voir son corps matérialisé par une entité virtuelle (i.e. voir ses mains, ses pieds dans l'environnement virtuel comme on les voit dans la réalité) augmente le sentiment de présence (Billinghurst & Weghorst, 1995). Les caractéristiques individuelles et techniques sont de véritables facteurs impactant le sentiment de présence. Pour autant, une zone floue persiste. Le sentiment de présence semble être tout aussi générateur d'émotions (i.e. empathie (Shin, 2018), anxiété) que tributaire de ces dernières.

iii. Les facteurs émotionnels

Qui du sentiment de présence ou des émotions favorise l'autre? Il existerait une relation entre émotions et sentiment de présence sans que l'on connaisse la direction de cette dernière (Bouchard et al., 2008). Par exemple, dans le domaine de l'anxiété, qui reste l'émotion la plus

étudiée dans ce milieu, Bouchard et ses collaborateurs (2012) ont fait valoir qu'il pourrait exister un seuil de déclenchement. Ce point inconnu où le niveau de présence est suffisant pour susciter un fort sentiment d'anxiété, ne bouge pas lorsque l'on augmente la présence. Cette augmentation ne contribue que modérément à l'augmentation de l'anxiété, ce qui indique que la relation entre la présence et l'anxiété pourrait ne pas être linéaire. En allant plus loin sur le sujet, des auteurs se sont intéressés à la différence entre les échantillons cliniques et non cliniques. La corrélation rapportée pour les échantillons cliniques est apparue plus grande que pour les échantillons non cliniques. Comme dans la vraie vie, les environnements virtuels qui ressemblent à des situations redoutées dans la vie réelle peuvent avoir un impact plus fort sur les personnes souffrant d'un trouble anxieux que sur les personnes sans trouble anxieux (Ling et al., 2014). Des résultats similaires ont été trouvé dans un échantillon d'arachnophobes et de témoins exposés à des araignées en VR, avec une présence significativement plus forte chez les participants phobiques par rapport aux témoins, et une corrélation positive significative entre la présence et la peur chez les phobiques seulement (Peperkorn & Muhlberger, 2013). Les patients présentant une phobie spécifique semblent être particulièrement sensibles aux signaux perceptifs (Diemer et al., 2015). Sous cet angle, les résultats montrent que plus les sentiments sont forts, soit en raison de la nature de l'émotion, soit en raison de la nature de l'échantillon (i.e. clinique vs non clinique), plus grande est la probabilité de trouver une corrélation significative entre la présence et l'émotion. Diemer et ses collaborateurs en 2015, proposent une explication possible de ce phénomène qui pourrait être l'excitation. En effet, une théorie affirme que l'excitation mène à la vigilance, ce qui conduit à des taux de présence plus élevés (Freeman et al., 2005). La vigilance augmenterait la réponse aux stimuli virtuels d'un participant, car l'excitation représente un « appel à l'action » conduisant ainsi à une plus grande présence physique et mentale perçue en VR. Les premières preuves d'un rôle crucial de l'excitation viennent d'une étude de Gorini et ses collaborateurs (2011). Les participants de l'étude de Gorini (2011) devaient chercher un conteneur de sang dans un hôpital virtuel en ayant, ou pas, l'information qu'il était urgent de sauver un enfant. Les auteurs ont rapporté une fréquence cardiaque significativement plus élevée dans le groupe ayant vécu la VR de l'hôpital avec un récit de sauvetage de l'enfant. Une information émotionnellement stimulante améliorait ainsi la présence, indiquant une influence causale de l'excitation émotionnelle sur la présence (Diemer et al., 2015). Bien qu'à notre connaissance aucune recherche n'ait été menée sur le sujet, on peut imaginer reporter cette théorie pour toutes les psychopathologies énoncées. La confrontation à un environnement virtuel rappelant un événement traumatique (i.e. PTSD), angoissant (i.e. voix menaçantes, phobie), confrontant à l'objet d'une addiction (i.e. abus de

substance) ou un contexte favorisant des comportements à risques (i.e. TCA) peut aisément conduire à cet état de vigilance et d'excitation, augmentant la réponse aux stimuli et le sentiment de présence perçu et ainsi la réceptivité à la thérapie virtuelle. La thérapie virtuelle à destination des patients dépressifs est encore inexistante dans la littérature scientifique. Cette théorie peut venir expliquer cette absence de résultat. La vigilance et la réactivité aux stimuli font défauts aux patients déprimés (par exemple: Koster et al., 2010; Miller & Seligman, 1975) ce qui peut leur offrir un sentiment de présence perçu plus faible ce qui ne contribue pas à augmenter l'engagement dans la thérapie comme dans d'autres pathologies (Lambrey et al., 2010). De plus, comme nous l'avons vu, le sentiment de présence demande de fortes ressources cognitives délétères dans le cas d'une dépression. En effet, on y note un hypofonctionnement frontal engendrant des ralentissements, des problèmes attentionnels ainsi que des troubles cognitifs (i.e. fonctionnement exécutif, mémorisation) (par exemple: Ochsner et al., 2004).

f. Mesurer le sentiment de présence

Il existe différentes façons de mesurer le sentiment de présence. Malheureusement aucune de ces façons n'est complète et suffisante. Chacune de ces alternatives doit être complétée par une autre afin d'avoir des données relativement fiables. Cela créer une utilisation anarchique des questionnaires sur le sentiment de présence en recherche, et beaucoup de chercheurs n'utilisent pas de questionnaires validés.

i. Les mesures objectives

Les mesures objectives sont bien sûr à privilégier. Mais elles restent difficilement quantifiables et à l'appréciation de l'investigateur. C'est le cas par exemple des mesures dites comportementales qui évaluent les indices comportementaux d'un sentiment de présence élevé. Par exemple, les réactions physiques à des événements inattendus (Slater & Wilbur, 1997), les expressions faciales (Huang & Alessi, 1999), les changements de posture (Freeman et al., 2000), les réponses sociales (Bailenson et al., 2001) sont autant d'éléments mis en avant par les auteurs comme des signes de sentiment de présence significatif. Pourtant il reste compliqué d'évaluer certains de ces aspects comme les expressions du visage qui reste cachées sous le masque de RV, les changements de postures qu'il est difficile d'interpréter (sont-ils dû à l'environnement ? au matériel ? à la peur de toucher un objet dans la vie réelle ?). De plus, marcher au travers d'un objet virtuel correspond-il à une absence de sentiment de présence ou à un degré si élevé de distraction que l'on se cogne comme on le ferait dans la réalité ? Toute ces interrogations induisent une utilisation moindre de ces mesures. Dans un souci

d'objectivation du sentiment de présence, des auteurs se sont également interrogés sur l'utilisation des variables physiologiques. Ces derniers s'accordent sur la délicate utilisation du rythme cardiaque et de la conductance de la peau pour mesurer le SP. En effet, il reste difficile de distinguer si la variation de ces données est imputable au SP, au stress, ou plus largement aux émotions de l'usager (Sheridan, 1992). Diemer et ses collaborateurs (2015) émettent l'hypothèse que ce qui est mesuré dans ces conditions-là ce n'est pas spécialement le sentiment de présence mais l'excitation générée par les stimuli perceptifs de l'environnement virtuel. Plus les utilisateurs se sentiront affectés émotionnellement plus ils sont susceptibles de donner des niveaux de présence très élevés, confondant l'implication émotionnelle et ses conséquences physiologiques avec le sentiment de présence (Diemer et al., 2015). De plus, se sentir totalement présent dans l'environnement virtuel devrait être caractérisé par l'absence de réaction physiologique différentes des réactions physiologiques vécues dans la réalité physique (Wiederhold & Bouchard, 2014). Mais il semble qu'en entrant dans un environnement significativement plus angoissant que la réalité physique de laquelle on sort, une différence notable du rythme cardiaque serait cohérente. Compte tenu des limites des mesures objectives et de la nature subjective du sentiment de présence, il semble risqué de l'évaluer uniquement par des indicateurs objectifs (Sheridan, 1992).

ii. Les mesures subjectives

Ce sont les mesures les plus utilisées en recherche. De nombreux auteurs se sont penchés sur cette façon de mesurer le SP en créant divers questionnaires. Dès 1994, Slater, Usoh et Steed ont créé le SUS (Slater, Usoh, Steed) (Slater et al., 1994) qui posait trois questions sur le ressenti de l'utilisateur. D'abord le sentiment d'être là, le sentiment que l'EV devenait plus réel que le monde physique et le sentiment d'avoir quitté un lieu plutôt qu'une image. En 1998, Witmer et Singer ont proposé un questionnaire plus conséquent afin de mesurer un maximum de variables impactant le SP. Ce questionnaire a été mal accueilli par Slater (1999) qui émet plusieurs critiques dont deux qui ont retenu notre attention : le questionnaire de Witmer et Singer (1998), le Présence Questionnaire, mesure le sentiment de contrôle de l'utilisateur sur son environnement. Or il n'est pas à exclure qu'un utilisateur puisse ressentir un sentiment de faible contrôle et pour autant avoir un sentiment de présence élevé. En effet, le manque de contrôle des événements peut être cohérent avec la vie réelle en fonction des individus. Slater donne l'exemple de deux utilisateurs dans un système CAVE, chacun muni d'une raquette de tennis. L'un et l'autre reçoivent une balle qu'ils doivent renvoyer avec leur raquette. Un utilisateur qui aura une piètre performance ressentira probablement un sentiment de contrôle relativement

faible. Mais cela n'a rien à voir avec le sentiment de présence ressenti. Le SP peut même être plus haut que pour l'utilisateur doué, dans la mesure où ça correspond à son expérience du tennis. En clair, Slater souligne bien que l'expérience est inhérente à l'individu, à son expérience, à sa psychologie et que le questionnaire proposé par Witmer et Singer (1998) ne sépare pas l'influence de la technologie et l'influence de l'individu. Autre point intéressant, il semblerait que ce questionnaire mesure les facteurs influençant le sentiment de présence (i.e. sentiment de contrôle, facteurs sensoriels, réalisme) et non le sentiment de présence lui-même en tant qu'expérience à part entière. Ce questionnaire est aujourd'hui essentiellement utilisé pour tester et comparer des environnements. Cependant, les critiques qui lui sont faites peuvent aussi être faites aux questionnaires qui ont suivi. Par exemple, le IGroupe Presence Questionnaire (Schubert et al., 2001) est un questionnaire court, mesurant l'immersivité de l'environnement plus que le sentiment de présence. Lui aussi laisse peu de chances aux variables individuelles de venir nuancer le ressenti du SP. L'ITC Sense of Presence (ITC-SOPI) de Lessiter et ses collègues (2001) fait mieux. Au travers de 44 items ce questionnaire mesure 4 facteurs de l'expérience de présence sans s'intéresser aux paramètres du système objectif (Lessiter et al., 2001). Parmi ces facteurs, le sens de l'espace physique, qui correspond au sentiment d'être situé dans un espace physique pourtant virtuel; l'engagement qui mesure l'implication dans le récit; et la validité écologique, qui représente la crédibilité de l'environnement et des événements. L'intérêt majeur de cette échelle est qu'elle permet de mesurer les effets négatifs inhérents à la virtualité (i.e. fatigue oculaire, cyber-malaise) et jouant sur la qualité du sentiment de présence. Mais le questionnaire qui nous semble le plus complet est le Presence and Reality Judgement Questionnaire de Banos et al., (2005). Ce questionnaire propose des items évaluant, entre autres, l'engagement émotionnel, le jugement de la réalité mais aussi l'interaction et la correspondance externe. Les attentes individuelles sont interrogées (i.e. What I experienced in the virtual world fitted my expectations about what could happen in a virtual world), tenant ainsi compte de la singularité de chaque utilisateur. Le questionnaire est bien sûr composé d'items interrogeant l'immersivité de l'environnement (i.e. The virtual world responded to my actions ; The quality of the images in the virtual world influenced how real the experience seemed to me). Ces questionnaires ont été traduits dans de nombreuses langues mais aucun d'eux ne mesure la présence dans sa dimension sociale. Pour pallier à ce manque, en 2009, Lombard et ses collaborateurs, développent un questionnaire évaluant la présence sociale dans toute ses dimensions: la présence spatiale, la présence sociale aussi bien en étant actif qu'en étant passif, l'engagement, la richesse sociale, et enfin le réalisme social et perceptuel. Le Temple Presence Inventory (TPI) inclut les dimensions qui traitent des

interactions para sociales et de la richesse sociale (telles que conçues par (Short et al., 1976) ainsi que les dimensions mesurées par toutes les autres échelles existantes. A ce jour, aucun questionnaire ne permet de mesurer l'influence à la fois de l'individualité de l'utilisateur, de la qualité technologique, de l'impact des avatars et de la dimension sociale, indissociable de la simulation d'une réalité réaliste. Il n'est pas envisageable de proposer l'ensemble de ces questionnaires aux utilisateurs pour des questions de temps mais également de validité des réponses. En effet, il peut déjà être difficile de quantifier le sentiment de présence pour répondre aux questions des questionnaires (Thornson et al., 2009). De plus, ce type de mesures exige une certaine capacité d'introspection pour quantifier le sentiment de présence (Sas & O'Hare, 2003). En 2004, Slater suggère que le simple fait de demander une quantification du sentiment de présence peut influer sur le sentiment de présence, voire même le mimer. Les mesures post-immersion, quant à elles, peuvent mesurer des rationalisations post-hoc au lieu de mesurer l'expérience en tant que telle (J. Freeman et al., 2000; Slater, 1999, 2004; Usoh et al., 2000). Il convient donc d'utiliser ces outils avec prudence et d'idéalement de mêler ces mesures en les choisissant judicieusement pour obtenir une image du sentiment de présence la plus proche de la réalité de l'utilisateur.

Comme nous venons de le voir, la RV est un formidable outil thérapeutique. Pourtant, il pourrait être encore plus puissant si nous étions capables de le personnaliser en fonction des patients et de leurs besoins, mais également d'améliorer le sentiment de présence perçu par les utilisateurs. Mit en collaboration avec d'autres puissants outils utilisés dans le traitement des troubles des interactions sociales, comme l'amorçage, la RV pourrait constituer un outil innovant et complet pour ces patients. Mais qu'est-ce que l'amorçage ? Comment est-il utilisé en réalité virtuelle et surtout quels sont les mécanismes en jeu pouvant nous donner des indices sur l'efficacité d'une telle association ?

Chapitre 3 : L'amorçage

1. Qu'est que l'amorçage ?

L'amorçage se base sur un principe simple : la présentation préalable d'un stimulus va venir modifier le traitement cognitif de ce qui va suivre grâce à la récupération non-consciente de l'information amorcée. Cette modification va, de fait, impacter l'ensemble des processus cognitifs comme le jugement ou la perception. Les comportements ne seront pas épargnés tant en terme de performance qu'en terme social (Chartrand & Bargh, 2001). L'influence de l'amorçage peut être positive ou négative, c'est-à-dire qu'il peut accélérer le traitement du stimulus suivant, ou au contraire ralentir ce traitement. L'accélération est rendue possible par l'accessibilité à la mémoire facilitée par l'amorce. En effet, il existe des liens mnésiques entre les informations qui permet de rendre plus facilement accessible un concept précédemment amorcé. Par exemple, le mot « rose » sera plus facilement amorcé par le mot « fleur » que par le mot « cuisine ». Le format de l'amorce n'est pas unique, il existe différents types d'amorces que nous allons passer en revue.

a. Les types d'amorçage

Outre le canal sensoriel par lequel est perçue l'amorce (visuel, auditif, sensoriel), elle peut varier en fonction de l'objectif ou du contexte.

i. Amorce consciente ou inconsciente ?

Rarement, l'amorce est utilisée de façon consciente. Par exemple, on peut proposer l'écriture d'un texte sur un sujet dont on souhaite activer les concepts chez la personne. Wheeler et al. en 2001, ont par exemple proposé aux participants de leur étude d'écrire la journée type d'une personne dont ils voulaient amorcer la catégorie sociale. Par la suite, Nelson et Norton, en 2005, ont demandé à leurs participants de dresser une liste des traits et des comportements types qu'ils associaient aux individus d'une catégorie donnée. L'individu est donc conscient du concept que l'on cherche à activer. Cette technique a tendance à augmenter le risque que le participant prenne conscience également de l'intention d'amorcer, ce qui pourrait impacter son comportement sans que la raison soit claire (effet de l'amorçage, réaction à la découverte de l'amorçage, désirabilité sociale, etc.). C'est pour éviter ce type de conséquences que bon nombre de chercheurs utilisent l'amorçage de façon non consciente. Différentes techniques d'amorçage non conscient existent. On peut par exemple citer l'amorçage subliminal de présentation brève d'un stimulus visuel (Sperling, 1960), l'amorçage de concept souvent sous

forme d'images ou de mots (J. A. Bargh et al., 1996; Steele & Ambady, 2006) ou encore des tâches conscientes dont l'objectif d'amorçage n'est pas connu. C'est le cas de la « Scrambled-sentence-task » (SST, Srull & Wyer, 1979) qui est une tâche linguistique de formation de phrases à partir de mots présentés. Ces phrases sont constituées de mots sémantiquement associés au concept que l'on cherche à amorcer. L'individu est donc bien conscient de l'exercice, mais pas du concept activé ni de l'objectif de la tâche ; on parle alors d'amorçage indirect.

ii. Quelle technique d'amorçage ?

Après avoir déterminé le degré de conscience qu'on souhaite conserver pour notre amorce, il est temps de déterminer la technique d'amorçage à utiliser. On distingue principalement deux techniques d'amorçage qui renvoient à des champs de recherche différents. L'amorçage séquentiel utilise le principe d'amorçage classique à savoir présenter une amorce puis un stimulus cible qui doit être traité par l'individu. Mais cette cible est généralement une tâche précise, avec des instructions à suivre, et le temps de réaction de l'individu est mesuré. Lorsque Dijksterhuis et Knippenberg (1996) demandent aux individus précédemment amorcés sémantiquement de déterminer si un ensemble de lettres est un mot réel ou non, afin de déterminer si les mots ayant un lien sémantique fort avec l'amorce sont reconnus plus rapidement, ils utilisent un amorçage séquentiel. Cette technique s'est étendue à la psychologie sociale qui l'utilise dans l'analyse du contenu des stéréotypes. Les chercheurs amorcent une catégorie donnée, et demandent aux participants d'y associer des traits. Plus les traits sont rapidement proposés, plus on peut supposer qu'ils sont liés au stéréotype de la catégorie amorcée. Autre technique d'amorçage fréquemment utilisée : l'amorçage conceptuel. Comme son nom l'indique, son objectif est d'amorcer un concept pour en étudier l'impact sur la perception ou le comportement d'un individu. Un exemple célèbre de ce paradigme, est l'étude de Lakin et Chartrand (2003) qui ont amorcé leurs participants avec le concept d'affiliation sociale grâce à la SST et à des mots comme « ami » ou « ensemble ». Après la tâche d'amorçage, elles ont constaté que les participants adoptaient autant de comportements d'imitations que lorsqu'on leur demandait explicitement de mettre en place des comportements d'affiliation. Autre exemple, Macrae et Johnston (1998) ont amorcé le concept de serviabilité grâce à la SST, et ont constaté que les participants amorcés apportaient plus leur aide à quelqu'un qui fait tomber ses stylos devant eux, que les participants de la condition contrôle. Ces deux types d'amorçage sont sémantiques, c'est-à-dire qu'ils puisent leur source dans la mémoire sémantique qui stocke les connaissances sur le monde et sur soi. L'amorçage active

en mémoire les mots appartenant à la même catégorie sémantique grâce à la diffusion de l'activation aux nœuds du réseau sémantique (Collins & Loftus, 1975). L'activation d'une connaissance conduit donc à l'activation d'une autre connaissance associée.

2. Activation de stéréotypes

Cette activation de concept permet d'activer plus largement des stéréotypes et l'ensemble des éléments cognitifs, émotionnels et comportementaux associés grâce à l'activation d'une catégorie sociale. Les stéréotypes sont la structure de connaissances qui regroupe les caractéristiques physiques, émotionnelles, et comportementales, attribuées aux membres d'un groupe social. La plus célèbre étude sur le sujet est celle de Bargh et al. (1996) qui ont amorcé le concept de vieillesse et ont observé l'augmentation de comportements associés à la vieillesse (marche plus lente), inhérente à l'activation des stéréotypes liés à l'âge. La recherche utilise préférentiellement l'amorçage conceptuel pour activer des stéréotypes et en observer l'impact sur le comportement. Les chercheurs tentent de comprendre dans quelle mesure l'activation de stéréotypes peut orienter le comportement des individus, sans que cela soit intentionnel (Nelson & Norton, 2005; Wheeler & Petty, 2001). Car en effet, la plupart du temps, et quelle que soit le type d'amorce choisie, elle est utilisée de façon subliminale. Toutefois, quel que soit la technique utilisée, les effets sur le comportement ne sont pas toujours les mêmes. En effet, le comportement associé au stéréotype peut être soit assimilé soit au contraire être trop éloigné et faire contraste.

a. L'effet d'assimilation

L'assimilation peut être schématisée par l'idée que c'est un amorçage efficace, qui marche. En d'autres mots, il rend le comportement attendu plus probable d'arriver grâce au concept amorcé. L'individu amorcé assimile inconsciemment le comportement, qu'il attribue de façon stéréotypique à la catégorie sociale activée. C'est ce qu'il se passe dans l'étude de Bargh et al., (1996) précédemment citée. L'amorçage du concept de vieillesse, opéré grâce à la SST, a été assimilé par les participants puisqu'ils ont développé un comportement associé au stéréotype des personnes âgées : une marche lente. Une autre étude a mis en évidence l'effet de l'assimilation sur les performances intellectuelles. Dijksterhuis & Knippenberg (1998) ont demandé aux participants de décrire un professeur ou une secrétaire. Les conditions étaient implicitement associées à leur stéréotype à savoir, respectivement, intelligent et moins intelligent. Leurs participants jouaient ensuite au jeu de questions de culture générale, le Trivial Pursuit. Les résultats étaient sans appel, les participants amorcés avec la catégorie professeur

(et donc le concept d'intelligence) fournissaient davantage de réponses justes que les participants du groupe « secrétaire » ou que ceux du groupe contrôle. Les mêmes auteurs (1998) ont d'ailleurs montré que non seulement l'amorçage permet d'augmenter des performances, mais permet aussi de les détériorer. C'est le cas d'une autre étude où les participants étaient amorcés avec le concept de « hooligans » dont le stéréotype de « stupidité » est lié. Les participants de ce groupe présentaient moins de réponses juste que le groupe contrôle. Dans une expérience réalisée par Hansen et Wänke, (2009), les participants ont été amorcés avec les concepts « enseignants » ou « femmes de ménage » avant, là aussi, de jouer au Trivial Pursuit. Les participants amorcés « enseignant » répondaient à plus de questions. Plus important encore, ces mêmes participants avaient davantage confiance en leurs capacités, ce qui a influencé le changement de leurs performances. C'est également le cas de participants exposés au numéro 7 : ils se sentent plus chanceux (DeMarree et al., 2005). On retrouve également ces effets dans le domaine de l'interaction sociale. De la même façon que dans les recherches précédentes, Bargh, Chen et Burrows (1996) ont montré que les concepts de « grossier » ou de « poli » avaient un impact sur le comportement des participants. Dans la même lignée, Nelson et Norton (2005), ont montré que l'activation des stéréotypes associées aux super-héros produisait un engagement social significativement plus important qu'une activation neutre.

b. L'effet de contraste

Parfois, les choses ne se passent pas aussi bien et on peut observer un effet paradoxal de l'amorçage sur le comportement ou les cognitions des sujets ; c'est l'effet de contraste (Wheeler et al., 2005). En d'autres termes, lorsque l'effet de contraste se produit, le comportement ou les cognitions de l'individu ne sont pas congruents avec l'amorce. Un phénomène vient expliquer cela, celui de la comparaison sociale. L'individu se compare au membre de la catégorie sociale amorcée et se considère comme étant trop différent. On peut observer cela dans l'étude de Hall et Crisp qui, en 2008, ont amorcé chez leurs participantes le concept d'homme stéréotypiquement lié à la performance en mathématique, ou le concept de femme, lié à une moins bonne performance en mathématique. Les participantes amorcées avec le concept d'homme avaient des scores inférieurs à ceux des participantes amorcées avec le concept de femme. Dans une autre étude, Dijksterhuis et ses collaborateurs (1998) ont amorcé leurs participants soit avec le concept de « top model », de « professeur », de « Claudia Schiffer » ou de « Albert Einstein ». Les deux dernières modalités étant respectivement des extrêmes représentants des deux catégories précédentes. Les résultats montrent un effet d'assimilation dans les deux premières modalités : les participants amorcés « professeur » avaient une

meilleure performance que les participants amorcés « top model ». En revanche, pour les deux autres modalités on observait un effet de contraste : les participants donnent moins de réponses correctes lorsqu'ils ont été amorcés avec « Albert Einstein » que lorsqu'ils ont été amorcés avec « Claudia Schiffer ». L'amorce avec un concept extrême d'intelligence (Albert Einstein) creuse un écart trop grand entre ce qu'est le participant et ce qu'il perçoit d'Albert Einstein lorsqu'il s'y compare.

c. L'effet de préparation à une réponse

Ce n'est que récemment que cet effet a été mis en lumière dans la littérature (Ginsberg, 2012a; Wyer et al., 2010). Il intervient dans les situations sociales lorsque l'individu est attentif à son interlocuteur. Dans ces conditions, le contenu du stéréotype amorcé est mis en lien avec la personne avec laquelle on interagit. C'est ce qui prépare l'individu à l'interaction avec une autre personne perçue au travers des stéréotypes amorcés. Une célèbre étude de Williams et Bargh, (2008) a souligné que la chaleur physique peut influencer le jugement sur les autres. Par exemple, tenir une boisson chaude vous donne une perception plus chaleureuse d'une autre personne. Selon ces auteurs, l'amorçage tactile joue un rôle dans la perception que nous avons de quelqu'un et du comportement que nous adopterons plus tard. En effet, ils ont montré que les participants affectés à la condition « chaleur » avaient un comportement plus altruiste en choisissant une récompense pour un ami (plutôt que pour eux-mêmes). Bien que cette étude soit controversée compte tenu de l'impossibilité de reproduire ses résultats (Lynott et al., 2014) d'autres études sur l'utilisation de l'amorçage ont montré la capacité de ce paradigme à influencer la réponse. Des études utilisant un dilemme ont montré que lorsqu'un sujet pense que son partenaire ne l'aime pas (Jones & Panitch, 1971), il est plus hostile (Snyder & Swann, 1978) ou compétitif (Kelley & Stahelski, 1970). Hertel et Kerr (2001) ont montré que les participants amorcés avec le concept de fidélité s'attendaient à une plus grande fidélité de l'indogroupe, et ont ainsi favorisé leur propre groupe (tâche d'affectation). Smeesters et al., (2009) ont présenté des résultats intéressants avec un amorçage du concept de morale (par opposition à un concept de pouvoir). Les participants amorcés au concept de moralité percevaient les autres comme plus moraux et s'attendaient à plus de coopération. En conséquence, les participants se sont comportés de manière plus coopérative avec les autres participants que les participants qui ont été amorcés au concept de pouvoir. Ces différents effets montrent bien que la façon dont on traite l'amorce est importante pour l'influence de cette dernière sur la perception et le comportement du sujet.

3. Les mécanismes de l'amorçage

Les effets de l'amorçage ne sont plus à démontrer. Comportements, performances intellectuelles, coopération, perception des autres, l'amorçage s'est illustré dans beaucoup de domaines. Généralement, le comportement est directement affecté par l'amorce sans intermédiaire. On parle d'activation directe. Mais parfois, l'efficacité de l'amorçage reste dépendante de notre perception de nous, des autres et des situations. L'ensemble de ces sphères aura donc un impact sur le résultat comportemental de l'amorçage. C'est ce que l'on appelle l'activation indirecte. Sur le modèle du chapitre cinq de l'ouvrage Experimental Social Psychology paru en 2010 (Smeesters et al., 2010), nous allons dépeindre l'ensemble des facteurs impliqués dans l'impact de l'amorçage sur nos comportements.

a. L'activation directe

L'activation grossièrement nommée « directe » correspond en réalité à la théorie idéo-motrice développée par Carpenter en 1874. Elle a pour principe, la mise en avant du lien perception/comportement (Chartrand & Bargh, 1999; A. Dijksterhuis & Bargh, 2001). En d'autres termes, le simple fait de penser à une action suffit à se livrer à cette action. En fait, il y aurait de très fortes connexions entre ce qui nous permet de percevoir le comportement et ce qui nous permet de le mettre en place (Prinz, 1990). C'est exactement ce que nous montrent les fameux neurones miroirs : observer quelqu'un faire une action active les mêmes zones cérébrales que faire soi-même cette action. C'est également ce que l'on retrouve dans le mimétisme lors des interactions sociales. Les individus se retrouvent à spontanément et involontairement imiter les gestes et les intonations vocales des autres (Dijksterhuis & Bargh, 2001). Dans le cadre de l'amorçage de stéréotypes, l'amorçage de la catégorie va amorcer l'ensemble des représentations associées, y compris les représentations comportementales : comment cette catégorie agit généralement. Ceci va impacter directement le comportement du percevant (J. A. Bargh et al., 1996). L'amorçage d'une catégorie sociale est donc plus susceptible d'activer des représentations comportementales associées et donc les comportements liés. De nombreuses études neurophysiologiques ont montré que le fait d'imaginer, concevoir, planifier, ou observer un comportement active les mêmes régions cérébrales que celles activées lorsqu'on met soi-même le comportement en place (Jeannerod, 1997).

b. Perception de soi

La perception que l'on a de soi est importante pour comprendre l'impact qu'aura l'amorçage en termes de force d'impact mais aussi de changement de cette perception. Il est important de commencer par faire la distinction entre le concept de « soi-actif » et de « soi-chronique ». Ce dernier, regroupe tout ce qui est lié à la perception que l'on a de soi et qui est solidement stocké en mémoire à long terme. Le concept de « soi-actif » est lié à des concepts plus accessibles en mémoire, et qui servent à guider le comportement. C'est ce qui le rend évolutif et malléable, contrairement au concept de « soi-chronique » (Wheeler et al., 2007). Si l'amorçage est capable de modifier le concept de soi actif, et que ce dernier est capable de modifier le comportement, une modification de la perception de soi pourrait être l'un des moyens par lequel l'amorçage pourrait influer sur le comportement (Wheeler & Petty, 2001).

i. Effet de l'amorçage sur la perception de soi et le comportement

L'ensemble des études précédemment citées nous a montré que l'amorçage impacte la perception que l'on a de soi en influençant le concept de « soi-actif » que ce soit de façon congruente (effet d'assimilation) ou non (effet de contraste).

ii. Les variables modératrices

Plusieurs caractéristiques de l'amorçage peuvent avoir leur rôle. Ces caractéristiques peuvent être externes (liées à l'amorçage) ou internes (focus attentionnel, niveau d'identification avec le groupe par exemple). Dans le premier cas, l'amorce peut être trop éloignée de la personne et créer un effet de contraste comme nous l'avons vu précédemment avec l'expérience de (A. Dijksterhuis et ses collaborateurs (1998). Ou être suffisamment proche pour que l'on puisse s'y identifier grâce à l'effet d'assimilation. Dans le deuxième cas, l'effet de l'amorce est renforcé par l'attention portée sur soi. En effet, focaliser son attention sur soi, favorise l'attribution de l'amorce à soi-même. Dans leur étude, DeMarree et Loersch (2009) ont amorcé les participants avec les catégories « moine bouddhiste » et « afro-américain » afin d'amorcer les concepts de « calme » et d' « agressivité », respectivement. A la suite de l'amorçage, les participants sont invités à se concentrer sur eux-mêmes ou sur les autres. Les premiers se sont jugés plus agressifs après l'amorçage « afro-américain » qu'à après l'amorçage « moine bouddhiste ». Se focaliser sur une cible donnée permet aux constructions amorcées d'affecter les perceptions de cet objet. Le comportement se trouve affecté uniquement quand les participants se concentrent sur eux-mêmes. En effet, ils ont agi de façon plus agressive. Nous reviendrons plus tard sur les résultats du deuxième groupe.

L'effet de l'amorçage est également impacté par la ressemblance entre la catégorie amorcée et l'individu. En effet, l'amorce semble plus efficace quand elle partage des traits communs avec le concept de soi, puisqu'elle permet de rendre ces traits plus accessibles. Mais, si le trait activé par l'amorçage est totalement différent du concept de soi, cela ne rend pas l'amorçage moins efficace. Les traits sont intégrés de façon temporaire et affectent le soi actif (Wheeler et al., 2005, 2007). Cela se vérifie également au niveau social, puisque le niveau d'identification avec le groupe amorcé impact l'effet. En effet, l'amorce gagne en efficacité lorsqu'elle amorce des concepts liés au groupe social de la personne amorcée (endogroupe). Dans leur expérience, Spears et ses collaborateurs (2004) ont amorcé des étudiants en psychologie au concept de propreté. Les phrases proposées avaient pour sujet des étudiants en psychologie ou des étudiants en économie et, pour but, l'activation du trait de propreté. Lors d'une tâche de coloriage, ce sont les étudiants amorcés avec leur endogroupe qui ont fait preuve de plus d'application et de propreté. L'amorçage a eu un effet en fonction de sa correspondance à l'identité du sujet. Dans une étude de 2008, Bry et ses collaborateurs, ont proposé un questionnaire biaisé à leurs participants. Le questionnaire amorçait soit le concept d'indépendance soit le concept d'interdépendance. L'objectif était que les participants aient une vision d'eux-mêmes comme étant indépendants ou interdépendants des autres. Les participants ont ensuite été amorcés avec des images conçues pour activer le concept de « blonde stupide » ou avec aucune image. Puis, ils ont répondu à une série de questions de connaissances générales. Les résultats ont indiqué que les participants amorcés « interdépendants » et avec les images de la « blonde stupide » ont répondu moins bien que ceux qui n'ont pas eu d'images. Les participants « indépendants », ont mieux répondu lorsqu'ils étaient amorcés avec la « blonde stupide » que lorsqu'il n'y avait pas d'image. Une vision de soi qui souligne l'indépendance par rapport aux autres conduit à un comportement contrastif (effet de contraste), alors qu'une vision de soi qui met l'accent sur le besoin des autres, conduit à un comportement d'assimilation.

Une autre variable interne, la façon dont le sujet traite le stimulus d'amorçage. Par exemple, la capacité du sujet à se mettre dans la peau de la catégorie que l'on cherche à amorcer sera un facteur déterminant. C'est ce que l'on voit dans l'activation de stéréotype tel que nous avons décrit précédemment. Les capacités d'adaptation aux situations sont aussi déterminantes. Les personnes qui ont un haut contrôle d'elles-mêmes sont plus susceptibles de délibérément modifier leur comportement pour être en accord avec ce qu'elles estiment être approprié. En conséquence, elles présentent des niveaux de cohérence inférieurs entre leurs caractéristiques internes et leur comportement (Snyder & Swann, 1978). En revanche, les personnes qui ont un

contrôle plus faible, cherchent une cohérence parfaite entre leurs caractéristiques internes et leurs comportements, et ce même si elles font erreurs sur leurs caractéristiques (Fiske & von Hendy, 1992). Ainsi, l'amorçage agit comme une description de leurs caractéristiques internes auxquelles elles tentent de correspondre comportementalement parlant (Smeesters et al., 2010). Avoir un contrôle de soi plus faible rendrait donc plus sensible à l'amorçage. Il a d'ailleurs été montré que les personnes qui sont particulièrement attentives à elles-mêmes sont moins sensibles à l'amorçage. Il s'agit de la conscience de soi privée. Elle peut être stimulée par l'utilisation de miroir dans les études. Par exemple Dijksterhuis et Van Knippenberg (2000), ont amorcé des participants avec le concept de « professeur » ou de « hooligan » correspondant respectivement aux concept d'« intelligence » et de « stupidité ». Les participants ont ensuite joué au Trivial Pursuit comme dans les études précédemment décrites. Les sujets qui faisaient face au miroir ne manifestaient aucun effet de l'amorçage contrairement aux sujets qui n'avaient pas de miroir qui expérimentaient l'effet classique d'assimilation. Le miroir augmentait l'accessibilité aux indices comportementaux personnels des participants annulant ainsi l'effet de l'amorçage. Wheeler et ses collègues (2007) ont proposé qu'il existe deux facettes de la conscience de soi privée : une appelée conscience de l'état interne, correspondant à la conscience de ses propres caractéristiques et état internes, et une appelée auto réflexivité qui est la façon dont la personne va traiter l'information pour se comprendre. La première diminuerait les effets de l'amorçage comme nous venons de le voir, alors que la deuxième aurait tendance à les augmenter. C'est le cas de l'étude de Hull et ses collaborateurs (2002), qui a montré que les participants avec haute conscience de soi privée ont marché plus lentement quand ils étaient amorcés avec le concept « personnes âgées », alors qu'il n'y a eu aucun effet sur les participants avec une conscience soi privée faible. En effet, les personnes avec une conscience soi privée élevée sont plus susceptibles d'encoder l'information comme relevant d'eux-mêmes, liant l'exogroupe à eux et faisant correspondre les stéréotypes du groupe à eux-mêmes.

De fait, la malléabilité du concept de soi devrait également affecter les effets de l'amorçage sur le sujet. Par exemple, les personnes avec un concept de soi chronique plus accessible sont plus résistantes à l'influence (DeMarree et al., 2007). On peut s'attendre à ce que les personnes avec un concept de soi chronique plus accessible soient plus susceptibles d'agir en fonction de leur concept de soi et moins susceptibles d'être influencées par le priming. Cette idée est soutenue par la recherche (Smeesters et al., 2009). Autre caractéristique de la conception de soi : la cohérence dans le concept de soi. Certaines personnes ont une grande cohérence dans leurs

opinions personnelles alors que d'autres non. Ces dernières peuvent approuver des traits contradictoires comme étant auto-descriptifs ou avoir des caractéristiques de soi voulues qui diffèrent de façon assez drastique de leurs caractéristiques de soi réelles. Ces deux formes de concept de soi peuvent augmenter l'effet de l'amorçage. L'incohérence dans les traits génère une ambivalence du concept de soi ce qui rend l'attitude plus susceptible de changer et moins prédictive (Armitage & Conner, 2000) et il en va de même pour la perception que la personne a d'elle-même. C'est ce qui a été montré : les personnes qui souscrivent au trait stéréotypique et à son contraire ont un niveau élevé d'incohérence dans la conception de soi. Ce sont également eux qui sont les plus affectés par l'amorçage (DeMarree & Loersch, 2009). La cohérence elle, peut également augmenter la sensibilité à l'amorçage pour peu que l'amorçage soit cohérent avec l'image que le sujet désire avoir (Morrison et al., 2009 dans Smeesters et al., 2010).

Pour résumer en quelques mots : Les caractéristiques qui rendent le concept de soi plus susceptible de changer augmentent les effets du priming sur le comportement. Celles qui diffèrent trop drastiquement du concept de soi sont susceptibles de produire un effet de contraste.

c. Perception des autres

Malheureusement, beaucoup des recherches que nous avons précédemment citées ont été faites sans considération des aspects sociaux mis à part l'appartenance ou non à la catégorie sociale amorcée. Bien souvent ce sont les performances ou les cognitions qui sont mesurées indépendamment des notions d'interactions. Pourtant, la plupart de nos comportements sont motivés par des contextes interpersonnels durant lesquels les autres peuvent influer sur nos pensées et nos attitudes. Des études sur les dilemmes sociaux, ont montré que les individus se concentrent sur l'interaction pour savoir comment réagir. Par exemple, dans les dilemmes ou la personne pense que le partenaire ne les aime pas (Jones & Panitch, 1971), est hostile (Snyder & Swann, 1978) ou compétitif (Kelley & Stahelski, 1970), elle se comporte de façon plus compétitive. La perception que l'on a des autres impacte donc nos comportements (Smeesters et al., 2009).

i. Effet de l'amorçage sur la perception des autres et le comportement

Les études qui évaluent l'effet de l'amorçage sur la perception qu'un sujet a des autres utilisent très souvent des modèles ambigus. C'est le cas dans l'étude de Carver et ses collaborateurs (1983), qui a proposé un amorçage « agressif » ou « neutre » à ses participants. Ces derniers

ont ensuite reçu la description d'une personne plutôt hostile mais de façon ambigüe et ont été invités à se faire une idée de lui. Les participants exposés au modèle agressif ont perçu la personne plus hostile que ceux exposés au modèle neutre. Dans une seconde expérience, les expérimentateurs ont amorcé le concept d'hostilité parmi la moitié des participants en les exposant à des mots liés à ce concept. L'autre moitié des participants n'ont pas reçu d'amorçage hostile. Ensuite, les participants ont joué le rôle d'un enseignant dans un groupe de travail basé sur l'expérience de Milgram (1963). Les chocs admis étaient plus intenses de la part des participants amorcés avec le concept d'hostilité. L'amorçage de l'hostilité a donc conduit à un comportement plus hostile, mais il est difficile de savoir si ce comportement est directement lié à un effet d'assimilation comme décrit dans les parties précédentes, ou à une perception de l'autre comme étant plus hostile conduisant à un comportement plus agressif. Smeesters et al. (2010), supposent que l'amorçage aura tendance à activer les schémas comportementaux en prévision d'une utilisation potentielle pour répondre à la situation. Ainsi, la perception d'un sujet comme étant hostile, fait anticiper un comportement agressif voire dangereux, et augmente ce type de comportements. Une fois activé, le comportement aura tendance à s'exprimer. Sur des traits plus positifs, Hertel et Kerr (2001) ont amorcé leurs participants avec les concepts de loyauté ou d'égalité et les ont ensuite confrontés à une tâche d'allocation de ressources avec un groupe interne (endogroupe) ou un groupe externe (exogroupe). Dans cette tâche, les participants amorcés avec le concept de loyauté ont favorisé l'endogroupe. En effet, les participants s'attendaient à une plus grande loyauté des membres de leur groupe. De fait, l'amorçage a affecté à la fois la perception et le comportement, de la même façon.

ii. Les variables modératrices

Comme pour l'influence de l'amorçage sur la perception de soi, une amorce trop extrême peut conduire à un comportement contrastant. Herr (1986) a amorcé des participants avec le concept d'hostilité à différents niveaux (extrêmement non hostile, moyennement non hostile, modérément hostile, extrêmement hostile). Les participants devaient lire une description ambigüe de personnes et jouer au jeu du dilemme du prisonnier avec elles. Ils devaient ensuite noter l'hostilité, l'amicalité, la compétitivité et la gentillesse de la personne. Pour enfin décider de combien donner à la personne. Les résultats ont révélé un effet d'assimilation sur la perception et le comportement pour « l'hostilité modérée ». Les collaborateurs ont été jugés comme étant plus hostiles, moins amicaux, moins sympathiques et plus compétitifs. Au niveau comportemental, les participants leur donnaient moins. Les auteurs soulignent des résultats inverses pour la « non hostilité modérée ». Quand les participants sont amorcés avec

« l'hostilité extrême » ou de la « non hostilité extrême », les auteurs ont noté un effet de contraste sur la perception et le comportement. Les personnes amorcées « extrêmement hostiles » notent les autres comme étant moins hostiles, plus amicaux, plus sympathiques et moins compétitifs. De plus, ils leur donnent plus par rapport aux personnes amorcés « non hostiles extrêmes ». La perception des autres subit donc les mêmes variations en fonction de la cohérence de l'amorce avec les caractéristiques des individus. Si l'amorce semble trop éloignée des individus, cela produira un effet de contraste.

Une autre variable modératrice est le focus attentionnel. Comme présenté dans la partie précédente, suivant où se porte notre attention, l'efficacité de l'amorçage se trouvera différemment impactée. Revenons sur l'étude de DeMarre et Loersch (2009). Pour rappel, les auteurs ont amorcé les participants avec les catégories « moine bouddhiste » et « afro-américain » afin d'amorcer les concepts de « calme » et d'« agressivité », respectivement. A la suite de l'amorçage, les participants sont invités à se concentrer sur eux-mêmes ou sur les autres. Les premiers se sont jugés plus agressifs après l'amorçage « afro-américain » qu'après l'amorçage « moine bouddhiste ». Dans le deuxième groupe, qui s'est lui focalisé sur autrui, les participants ne se sont pas jugés plus agressifs dans la condition « afro-américain ». Se focaliser sur une cible donnée permet aux constructions amorcées d'affecter les perceptions de cet objet. Smeesters et ses collaborateurs, en 2009, ont montré que l'on utilise ces perceptions comme guide de comportement. En testant différent degrés de focalisation attentionnelle sur autrui, ils ont mis en évidence que l'amorçage affectait les perceptions dans la condition où le focus attentionnel était le plus élevé. En plus, les auteurs ont souligné que les participants amorcés avec le concept de « méchanceté » et une focalisation sur autrui avaient un comportement moins généreux dans le jeu du dictateur (attribuaient moins d'argent). En effet, les participants percevaient les autres comme plus « méchants » en cohérence avec l'amorçage reçu. Lorsque l'attention focalisée était faible, l'amorçage n'avait pas d'effet sur la perception des autres. Une autre recherche a montré que lorsque l'attention est faiblement portée sur les autres lors d'un amorçage « domination », l'individu aura un comportement davantage lié à la domination. En revanche, lorsque l'attention portée sur l'autre sera forte et favorisée, les stéréotypes de domination seront attribués à l'autre et on observera des comportements de soumission de la part de l'individu qui se subordonnera à l'autre (Smeesters et al., 2009).

Dans ce contexte, certains auteurs se sont davantage intéressés à l'influence du contexte qu'aux caractéristiques de l'amorce pour connaitre les variables modératrices du phénomène. Le postulat est simple : la perception des autres peut affecter le comportement du sujet s'il estime

que les autres personnes peuvent influer sur sa vie (Hertel et al., 2002). Sans la possibilité de conséquences sur la vie de l'individu, l'amorce aura autant d'effet sur la perception qu'il aura des autres mais moins sur le comportement qu'il adoptera en réponse.

D'autres recherches ont porté sur la façon dont les constructions amorcées interagissent avec les caractéristiques dispositionnelles de la personne pour déterminer son comportement social. Dans la plupart des recherches portant sur les aspects liés à la compétitivité et à la coopération, les auteurs se sont penchés sur la compétitivité dispositionnelle. Smeesters et al., (2003) ont démontré la relation perception-comportement. En cas de dilemme social (situation interdépendante), les individus peuvent s'engager dans un processus d'attentes. Ces attentes sont importantes dans la vie des individus pour la prise de décision, et impactent le comportement face aux dilemmes sociaux. Lorsqu'ils sont amorcés avec le concept de coopération, les individus à tendance prosociale bénéficient de l'assimilation comportementale car ils désirent la réciprocité : ils agissent en coopération puisqu'ils s'attendent à ce que l'autre coopère, mais ils agissent de manière égoïste s'ils s'attendent à ce que l'autre soit un individu non coopératif. En revanche, les pro-soi, sont moins guidés par des considérations de réciprocité et tendent plutôt à exploiter le comportement coopératif des autres individus. Les recherches indiquent que certaines personnes peuvent agir de façon cohérente ou non avec leurs perceptions de la cible.

d. Perception de la situation

Les effets de l'amorçage sur le comportement social, en plus d'être influencé par la perception que l'on a de soi et des autres, sont influencés par la situation. Comprendre la situation est primordial pour adapter son comportement. Et pourtant, la recherche n'est que faible sur le sujet.

i. Effet de l'amorçage sur la perception de la situation et le comportement

Comme des mots, des éléments présents dans l'environnement peuvent jouer le rôle d'amorçage. Ces éléments activent les stéréotypes associés, ce qui vient modifier la perception de soi, des autres et, de fait, le comportement. Kay et ses collaborateurs, en 2004, ont examiné comment l'exposition à des objets du monde des affaires (porte-documents, stylos plume, tables de réunions, etc.) affecte la façon dont les participants interprètent la situation et agissent. Après l'exposition à ces objets, les participants ont lu une vignette décrivant une interaction ambiguë entre concurrents. Les résultats ont montré que les participants exposés aux stimuli de l'entreprise percevaient l'interaction comme plus compétitive que les participants témoins. Cela

suggère que les participants ont utilisé le concept accessible de compétitivité, activé parmi les stéréotypes de l'entreprise, pour lever l'ambiguïté de la situation. Par conséquent, les concepts amorcés semblent pouvoir influer sur la perception de la situation par les individus, tout comme sur la perception d'eux-mêmes et des autres. Dans le même ordre d'idée, Qu et al., (2013) ont imaginé un environnement capable de restreindre le champ des réponses possibles que l'utilisateur donnerait à un avatar. L'objectif était que l'échange paraisse réaliste à l'utilisateur sans qu'il ne se sente restreint par les limites de l'avatar dont le panel de réponse ne peut être infini. En amorçant les utilisateurs avec des vidéos ou des images présentes dans la salle d'attente virtuelle avant l'entrevue avec l'avatar, les auteurs se sont rendu compte que leurs réponses étaient influencées par ces images. En effet, les réponses contenaient des mots clés liées à ces images. Il était donc possible d'influencer les réponses et la conversation d'un utilisateur en réalité virtuelle, grâce à l'amorçage d'image dans l'environnement.

ii. Les variables modératrices

Comme déjà mentionné ci-avant, l'ambigüité de la situation offre un terrain idéal pour l'amorçage. En effet, pour rendre une situation moins ambigüe, l'individu va tenter de l'expliquer en utilisant les concepts les plus accessibles en mémoire, à savoir les concepts fraichement amorcés. Ces situations ambigües nécessitent une interprétation active qui utilise les constructions les plus facilement accessibles en mémoire (Higgins, 1996). Dans leur étude similaire à celle présentée ci-avant, Kay et ses collaborateurs (2004) ont pu montrer que l'amorçage avait un effet supérieur dans la situation ambigüe (non clairement définie comme étant une situation de coopération) que dans la situation qui ne l'était pas (situation clairement définie comme étant coopérative).

4. Amorçage et comportement d'affiliation sociale

L'amorçage a été montré comme étant un outil capable d'amorcer des comportements sociaux. Nous en avons parcouru quelques-uns sans les spécifier. Pour autres exemples, nous pouvons citer l'étude de Lamy et ses collaborateurs (2008) qui a mis en évidence les effets d'un amorçage positif (rappel d'un moment ou d'une musique heureuse) sur la générosité, ou encore la fameuse étude de William et Bargh (2008) dans laquelle ils ont pu montrer l'influence de la perception d'un interlocuteur et la générosité via l'amorçage des concepts de chaleur ou froideur par les sens. Mais pour aller plus loin, certaines études ont souligné la capacité de l'amorçage à amorcer, en plus des stéréotypes et des concepts, des buts. Les buts sont des représentations mentales d'un objectif. Bargh (1990) souligne qu'il est possible d'activer ces

buts de façon non consciente et que cette activation guidera l'autorégulation cognitive et comportementale. Dans son étude conjointement faite avec Chartrand (Chartrand & Bargh, 1996), l'amorçage de mots ou de concepts reliés à un but activait ce même but chez le sujet. Plus encore, l'activation non consciente de ce but offrait les mêmes résultats que lorsque des instructions étaient explicitement données. Ils ont pu confirmer ces résultats en 2001, où ils nous apprennent également qu'il est possible d'utiliser l'amorçage sémantique pour activer des buts sociaux de coopération en utilisant la SST précédemment décrite. Cette activation produisait des comportements sociaux de coopération activement reliés au concept amorcé grâce à la SST. Lakin et Chartrand en 2003, sont venu confirmer ces recherches en soulignant l'impact de l'amorçage d'un but sur les comportements d'imitation. Que le comportement d'affiliation soit explicitement demandé, ou inconsciemment amorcé, il apparaissait sous la forme de comportements d'imitation. Le but d'affiliation, amorcé par des mots directement reliés au concept d'affiliation comme « ami », « partenaire », « ensemble » et « rapport » engendrait une augmentation du comportement d'imitation. Pourtant, le but amorcé n'était pas celui d'imiter son interlocuteur mais bien de s'y affilier. La recherche a d'ailleurs montré que les efforts relationnels fournis par le participant entrainaient une perception plus favorable de l'interlocuteur et du participant pour l'interlocuteur. Leighton et ses collaborateurs, en 2010, ont montré que des participants amorcés avec un but prosocial imitaient significativement plus rapidement que les participants amorcés avec un but antisocial. Non seulement l'amorçage semble capable de faciliter des comportements prosociaux, mais il semble aussi capable de les inhiber. Les auteurs soulignent un fait intéressant : la recherche d'un but social dirige l'attention du sujet sur son environnement social dont il perçoit mieux les indices. Un but d'affiliation, à condition qu'il soit cohérent avec la tâche, augmenterait les capacités de perception de l'individu vis-à-vis de son environnement social. C'est ce que sont venu confirmer Del-Monte et ses collaborateurs en 2014. Les auteurs ont soumis 45 patients atteints de schizophrénie à un amorçage non conscient prosocial, antisocial et non social grâce à la SST. Immédiatement après la tâche, les patients ont été reçu en entretien structuré, durant lequel un évaluateur, aveugle à la condition des participants, évaluait le comportement non-verbal des sujets. L'étude a montré que l'amorçage prosocial permettait l'émergence de plus de comportements non verbaux prosociaux que les deux autres types d'amorçages qui n'avaient pas d'effets différents entre eux. Ainsi, l'ensemble de ces recherches suggère qu'utiliser une tâche d'amorçage pourrait favoriser la production de cognitions et de comportements sociaux.

5. Efficacité et utilisation de l'amorçage en psychothérapie

Borgeat et al., (2013) ont soumis l'idée qu'il pourrait être intéressant de trouver une façon d'« augmenter » la thérapie, comme on « augmente » l'efficacité d'un produit pharmacologique. En psychothérapie, les changements peuvent être lents voire limités malgré une bonne alliance thérapeutique. En effet, la psychothérapie et les TCC (thérapies cognitivo-comportementales) en particulier, ont la lourde tâche d'agir sur les émotions et les cognitions des patients. Pour faciliter ce travail et le rendre plus efficace, les auteurs proposent d'utiliser l'amorçage afin de rendre plus accessibles les cognitions davantage appropriées. Car en effet, Morina et ses collaborateurs, en 2011, ont par exemple montré que les patients anxieux et déprimés ont tendance à être restreints dans leurs capacités à générer des scénarios futurs positifs, favorisant des scénarios catastrophes, négatifs. De fait, rendre accessible des images et cognitions plus positives pourrait être un axe thérapeutique intéressant pour augmenter les effets de la thérapie chez ces patients. Pour vérifier cette possibilité et son efficacité, les auteurs ont sélectionné 30 patients phobiques sociaux. Ces derniers ont suivi une thérapie classique de groupe (5 à 6 personnes) durant 12 semaines dans le but d'améliorer leur fonctionnement social. Chaque session était composée d'une partie revenant sur la semaine qui vient de s'écouler, puis de jeux de rôle visant à apprendre à gérer ses peurs en situation sociale. A l'issu de ces 12 semaines, les patients rencontraient un thérapeute afin de cibler l'objectif de changement pour chacun d'eux. Une fois que ces objectifs étaient clairs et définis, la procédure expérimentale a pu débuter et se poursuivre durant 12 nouvelles semaines. Les participants recevaient une semaine l'amorçage puis, la semaine suivante, une condition placebo. La condition d'amorçage comprenait l'écoute d'un CD de 20 minutes, 2 fois par jour dans un contexte relaxant, passif, et précédant une situation sociale anxiogène. Le CD contenait entre 10 et 15 formulations de cognitions appropriées et individualisées, masquées par de la musique calme (JS Bach's Goldberg Variations interprété par Glenn Gould, BWV 988). La condition contrôle comprenait l'écoute d'un CD similaire mais dont les formulations étaient remplacées par des nombres. Les résultats étaient satisfaisants puisqu'ils ont mis en évidence une recrudescence des cognitions positives et une chute des cognitions négatives. Les résultats de l'étude suggèrent qu'une activation répétée par l'amorçage de cognitions, attitudes et émotions peut permettre une augmentation de la psychothérapie en rendant plus facilement disponible un réseau sémantique et affectif plus adapté. Ces résultats ont été retrouvé dans une étude de cas présentée par Zidani et ses collaborateurs en 2015. Une patiente de 34 ans, atteinte d'une phobie sociale sévère, ne répondait que partiellement à la TCC et ce malgré une bonne alliance thérapeutique. En suivant

la même procédure que celle de Borgeat et al. (2013), les chercheurs ont obtenu des résultats éloquents : une augmentation des cognitions positives et une diminution des pensées dysfonctionnelles. A cela s'ajoutait une baisse de l'anxiété et globalement une hausse de la qualité de vie.

Malgré des résultats très encourageants sur l'amorçage de cognitions adaptées, les recherches sur l'utilisation de l'amorçage en thérapie restent marginales. Wang et ses collaborateurs, en 2016, ont pourtant montré que l'amorçage positif réduit le biais d'interprétation négative des visages ambigus chez des sujets touchés par la phobie sociale. Helfinstein en 2008, avaient soutenu l'idée que l'amorçage peut réduire l'attention portée aux stimuli négatifs. Hélas, ces recherches ne sont pas faites dans un contexte ou un but thérapeutique. Et enfin, comme décrit précédemment, Del-Monte et ses collaborateurs (2014) ont plus récemment montré l'efficacité de l'amorçage dans le développement des compétences sociales de patients atteints de schizophrénie.

6. Utilisation de l'amorçage en réalité virtuelle

Certains auteurs se sont aventurés à additionner les bénéfices de la réalité virtuelle à ceux de l'amorçage. Bien que ces études soient encore rares aujourd'hui, elles produisent des résultats témoignant de l'efficacité de cette association. Mais avant de décrire quelques-unes de ces études, il est important de revenir sur un phénomène bien connu mais parfois confondant : l'effet Proteus.

a. Effet Proteus, entre cognition incarnée et amorçage

Avec l'émergence des nouvelles technologies et l'utilisation des avatars, des nouveaux questionnements sont apparus. Des chercheurs ont questionné notre rapport à ces agents virtuels en tant qu'être sociaux mais aussi en tant qu'entités nous représentant dans ces mondes virtuels. Dans ce dernier cas, un avatar est une représentation de soi, un indice identitaire dans un environnement virtuel. Il a rapidement été montré que nous ne créons pas forcément des avatars à notre image et que, plus encore, nous nous conformons à leur image. Par exemple, un avatar avec un uniforme noir, qui renvoie une image agressive, poussera son analogue humain à se comporter de façon plus agressive (Frank & Gilovich, 1988). L'idée a été soumise que ce phénomène survient lorsqu'un observateur est présent. L'utilisateur va donc émettre des hypothèses sur les attentes de cet observateur en fonction de l'image que lui-même va renvoyer, et va ainsi s'y conformer. C'est cette influence de l'apparence de l'avatar sur le comportement de l'humain, que l'on appelle effet Proteus. Ce nom vient tout droit de la mythologie grecque,

selon laquelle Proteus était un dieu possédant des capacités de métamorphose. Face à l'image transmise par l'avatar à d'autres (ou parfois même à soi-même), l'utilisateur va se « métamorphoser » pour coller à cette image dans l'environnement virtuel dans un désir de confirmation comportementale. Le fait d'incarner un avatar physiquement attractif, amène les participants à se montrer plus intimes dans leurs interactions sociales virtuelles (Yee & Bailenson, 2007) incarner un avatar grand amène à se montrer plus confiant et même plus déloyal dans le cadre de négociation virtuelle (Yee et al., 2009). D'autres études démontrent ces effets dans des situations plus écologiques (Peña et al., 2009). Yee et ses collaborateurs ont étudié les performances des avatars dans World of Warcraft et ont noté que les avatars grands et attractifs correspondaient à des joueurs qui avaient les plus hauts niveaux de puissance dans le jeu. Le choix de l'avatar déterminerait donc la façon de jouer. D'autres auteurs nous confirment cela : les joueuses qui jouent un personnage masculin s'engagent davantage dans les affrontements et communiquent moins avec les autres joueurs (Huh & Williams, 2010). En revanche, les joueurs (hommes ou femmes) incarnant des personnages féminins sont plus enclins à soigner leurs coéquipiers en combat (Yee et al., 2011). On peut faire l'hypothèse que cette influence s'expliquerait par l'action implicite des stéréotypes sur les comportements, de la même façon que l'amorçage. Si l'amorçage peut avoir une incidence sur les perceptions sociales et sur les comportements des individus et leurs interactions avec autrui, il peut avoir le même type d'impact dans le monde virtuel. Pena et ses confrères (2009) soutient l'idée que si l'effet Proteus est modulé par le principe de l'amorçage, c'est le fait de voir physiquement l'avatar qui activerait les concepts associés. Et c'est ce que montre l'étude de Dion et ses associés (1972) : voir que son avatar a un physique attractif conduit les participants à se comporter de façon plus sympathique, en raison d'une association stéréotypée entre les concepts d'attractivité physique et de comportement amical. Mais si l'effet Proteus n'était que le résultat d'un amorçage, l'apparence des autres avatars agirait également comme un amorçage sur l'utilisateur. Les modulations comportementales sont donc un subtil mélange de l'action du processus d'amorçage et de la théorie de l'auto-perception défendue par Yee et Bailenson, (2007, 2007). En l'état actuel des connaissances, on peut donc considérer que l'amorçage influence l'individu exposé à un personnage virtuel et que les effets comportementaux sont intensifiés par le processus d'auto-perception, dans le cas où l'individu incarne le personnage.

Si la majorité des études se sont centrées sur l'influence que l'avatar peut exercer sur les comportements réalisés dans l'environnement virtuel, plusieurs travaux ont montré qu'une telle influence est aussi susceptible d'infléchir les comportements de l'individu en dehors du virtuel.

b. *Utiliser l'amorçage en réalité virtuelle*

Les recherches combinant la réalité virtuelle et l'amorçage sont rares. La plupart d'entre elles ont pour objectif premier d'augmenter l'immersion en réalité virtuelle en favorisant le sentiment de présence. Les premiers auteurs à s'y être intéressés sont Nunez et Blake (2003) qui ont utilisé des livrets explicatifs à lire avant l'immersion afin de contextualiser l'environnement virtuel dans le but de favoriser l'émergence d'un sentiment de présence. La condition d'amorçage ne semble pas avoir affecté le sentiment de présence, en revanche elle a permis aux facteurs favorisant habituellement le sentiment de présence (qualité d'affichage par exemple) d'être démultipliés. Par ailleurs, les auteurs ont reconnu la faible qualité de l'environnement virtuel. En effet, la qualité de l'environnement n'était suffisamment bonne pour que seul l'amorçage suffise à lisser les incohérences entre les attentes et l'environnement. Les auteurs soulignent que dans le cas d'un environnement virtuel de qualité, il existe un degré élevé d'adaptation entre les stimuli environnementaux et les schémas amorcés, ce qui entraîne un traitement amélioré de l'environnement. Les schémas amorcés permettent alors de lisser les éventuelles incohérences. Dans le cas d'un environnement de faible qualité, le degré d'ajustement n'est pas suffisant pour permettre un traitement amélioré, mais l'ajustement est suffisant pour empêcher les schémas amorcés d'être « désactivés » et remplacés par un autre. L'utilisateur est ensuite laissé dans un état permanent de tentative de réconciliation entre les schémas actifs et la perception. Cela utilise des ressources cognitives, ce qui empêche un traitement optimal de l'environnement virtuel (et, en théorie, une diminution du sentiment de présence). Sur une même base expérimentale, Gorini et ses collaborateurs (2011) a réitéré l'expérience. 84 sujets ont été plongés dans un environnement virtuel représentant un hôpital, ou ont été placés devant un écran représentant ce même hôpital. Dans ces deux groupes, les participants recevaient une narration permettant de contextualiser l'action. Cette narration était soit neutre, soit émotionnellement marquée. Dans ce deuxième cas, il était expliqué aux participants concernés qu'« un enfant a été impliqué dans un accident de voiture devant l'hôpital, et que s'il ne reçoit pas une transfusion de façon urgente, il va mourir. Vous êtes le docteur et vous devez trouver une poche de sang aussi vite que possible pour sauver la vie de cet enfant. Soyez prudent, un assassin très dangereux rode autour de l'hôpital pour essayer de vous tuer avant que vous n'atteigniez la poche de sang dont vous avez besoin pour sauver l'enfant. Quand vous le trouvez, fuyez pour ne pas qu'il vous arrête avant que vous n'ayez trouvé le sang ». Dans le premier cas, les participants étaient invités à trouver une poche de sang en découvrant les lieux, et l'individu croisé n'était pas identifié mais bien représenté. Comme nous pouvons l'imaginer,

les participants en immersion en réalité virtuelle ont montré des taux de sentiment de présence beaucoup plus élevés que les participants qui faisaient face à un écran. Mais le résultat le plus intéressant est celui sur lié à la contextualisation. Cette dernière a eu un effet significatif à la fois sur le sentiment de présence mais aussi sur la fréquence cardiaque. Quel que soit leur niveau d'immersion, les participants de la condition narrative anxiogène présentaient une variation de leur rythme cardiaque plus élevé. Le contexte narratif a conduit les deux groupes de participants à une évaluation de l'expérience comme présentant des risques et des conséquences. Plus encore, malgré la similarité de la tâche (trouver la poche de sang), les participants ayant reçu le contexte narratif anxiogène avaient une motivation plus importante apportant plus de pertinence à l'expérience. Les auteurs soulignent, sans réellement parler d'amorçage, que l'immersion et la narration sont des caractéristiques importantes qui doivent être prises en compte afin de créer une expérience de réalité virtuelle efficace, car elles contribuent au sentiment de présence d'illusion de lieu, malgré la certitude qu'on n'y est pas. Un récit qui contextualise l'expérience virtuelle génère une action fondée et contrôlée par les besoins, les motivations et les objectifs du sujet, qui contribuent à générer une réponse émotionnelle et à renforcer le sentiment de présence. Plus récemment, Daher et ses associés (2017) ont utilisé une toute autre forme d'amorçage dans l'objectif de favoriser un sentiment de présence sociale. Leur recherche est novatrice puisqu'elle implique des avatars. Les participants étaient invités à jouer à un jeu avec un agent virtuel nommé Katie. Mais selon leur condition, à l'entrée dans la pièce, les participants assistaient à la fin de la conversation entre un expérimentateur (présenté comme un participant) et l'agente virtuelle, ou commençaient directement le jeu. Lorsque les participants avaient reçu l'amorce de cette conversation sociale, on observait une augmentation significative du sentiment de présence sociale. Plus particulièrement, c'est la co-présence qui semblait la plus affectée par l'amorce. En effet, elle correspond au degré auquel le participant pense ne pas être seul dans l'interaction. Mais ces effets pourraient être démultipliés en présence d'un agent virtuel plus réaliste au niveau de ses capacités conversationnelles. Face à ce problème, Qu et al. (2013) ont cherché des solutions dans une étude précédemment décrite. Au lieu de rendre les avatars et agents virtuels plus performants et adaptables dans l'interaction, ils ont tenté d'utiliser l'amorçage implicite pour limiter les conversations des utilisateurs afin que l'avatar ait toujours une réponse appropriée à fournir. Pour ce faire, les auteurs ont implanté des images dans l'environnement virtuel. Des photos étaient par exemple accrochées derrière l'avatar, et des vidéos visionnées sur un écran virtuel avant le début de l'entrevu avec l'avatar. Ces images avaient des thèmes précis qui ont influencé le cours de la conversation menée par l'utilisateur sans qu'ils ne se sentent limités par l'avatar. Bien qu'importantes, ces considérations sur

l'amélioration de la qualité de la réalité virtuelle et de notre interaction avec les agents présents dans celle-ci, sont les plus couramment étudiées avec le couple amorçage/réalité virtuelle. Pourtant, ce dernier a également montré de résultats prometteurs dans le champ de la psychologie et pourrait avoir un avenir prometteur dans la thérapie.

Les jeux vidéo sur ordinateur, loin des stéréotypes les affligeant de tous les maux, sont capables de favoriser les comportements d'aide dans le monde réel lorsqu'ils ont un but prosocial en jeu (Gentile et al., 2009; Greitemeyer & Osswald, 2010). Jouer à un jeu à but prosocial agit comme une amorce. Elle augmente l'accès aux pensées prosociales et les stocke en mémoire sémantiques (Greitemeyer & Osswald, 2011). Sur cette base, Rosenberg et al. (2013) ont immergé 74 participants en réalité virtuelle. Un groupe était présenté comme ayant le superpouvoir de voler, et un autre groupe volait en tant que passager d'un hélicoptère. Chacun de ces groupes se divisait en deux sous-groupes, dont l'un avait pour mission de chercher un enfant diabétique perdu et qui avait besoin de son insuline, et l'autre profitait d'une exploration de la ville. Après l'immersion, les participants étaient invités à s'assoir sur une chaise pendant que le chercheur rangeait le matériel et faisait « accidentellement » tomber un pot de 15 stylos. Pour résumer rapidement les résultats, les participants « volants » ont aidé plus vite que ceux qui ont fait de l'hélicoptère. Il y a une différence significative du nombre de stylos ramassés à savoir que les « volants » comme des super-héros en ont ramassés plus que les « hélicoptère ». Ajoutons que 6 participants n'ont pas aidé et que tous étaient dans la condition « hélicoptère ». Posséder le pouvoir virtuel de voler a ainsi facilité le comportement d'aide dans le monde réel. Une hypothèse pour expliquer cela est qu'en incarnant l'habileté de voler en réalité virtuelle, les chercheurs amorcent le concept et les stéréotypes liés aux superhéros en général ou à Superman en particulier, et cela faciliterait les comportements d'aide dans le monde réel (A. Dijksterhuis & Bargh, 2001). De la même façon, il est possible qu'incarner ce pouvoir fait plus qu'amorcer le concept. Il « décale » l'image qu'a le participant de lui-même dans le sens d'une identité avec des pouvoirs, quelqu'un qui aide. C'est son concept de soi actif qui est directement modulé autour de ces pouvoirs et de ce qu'ils impliquent.

Avec une visée plus thérapeutique, Baños et ses collaborateurs (2006) ont examiné le potentiel d'utilisation de la réalité virtuelle pour transformer une humeur induite en une humeur opposée. Les auteurs ont soumis 110 étudiants volontaires à un environnement virtuel différent en fonction de l'humeur à induire. La scène commune à tous représentait un parc dont les paramètres étaient modifiés afin d'induire une humeur précise. Le participant lisait une histoire courte en lien avec l'émotion recherchée. Une voix de femme guidait l'utilisateur dans une

marche virtuelle. Dès le début, un morceau de musique lié à l'émotion était joué. A ce moment-là, l'apparence de l'environnement était le même pour tous les sujets. L'aspect changeait au fur et à mesure en fonction de l'émotion. Le participant disposait de deux minutes pour explorer le parc. Ce laps de temps écoulé, le participant devait rejoindre le centre du parc où un kiosque à journaux se tenait entouré de cinq déclarations de Velten (60 déclarations en lien avec l'humeur, écrites à la 1ère personne et développées par Velten) dans le désordre et dont le contenu correspond à l'humeur souhaitée. Le participant devait donc les remettre dans l'ordre. Pour chaque phrase, le sujet devait choisir une image parmi 4 options qui représentent le mieux le sens de la phrase selon lui. Les utilisateurs sont invités à se concentrer sur les déclarations durant 45 secondes en réfléchissant au sens personnel qu'elles auraient pour lui. A la suite de ces tâches, les participants pouvaient prolonger leur balade de deux minutes dans le parc. Après cela, les participants étaient invités à voir un film, puis à raconter à haute voix un souvenir personnel rappelant les événements survenus dans le parc. Malgré la complexité et la longueur de l'expérience, les participants ont été sensible à l'amorçage des humeurs en réalité virtuelle. En effet, les auteurs soulignent que l'humeur des participants a évolué dans le sens, attendu à la fois en augmentant les humeurs positives mais aussi en baissant les humeurs négatives et inversement quand l'objectif était opposé. Les données des mesures subjectives de l'humeur montraient que les environnements virtuels émotionnels (tristes et heureux) de l'étude étaient capables de produire des changements d'humeur chez les utilisateurs.

Partie 2 : hypothèse et problématique

Cette revue nous a permis de mettre en lumière les facteurs explicatifs des troubles des interactions sociales. Les facteurs environnementaux (parentalité (Trower et al., 1978) ; la relation aux pairs ; l'attitude envers l'environnement (Trower, Bryant et Argyle, 1978)) mais aussi les facteurs cognitifs (cognition et perception sociale ; théorie de l'esprit (Baron-Cohen, 1997) ; l'empathie et l'insight) sont les premiers facteurs d'influence des compétences sociales. Cependant, de nombreuses études ont démontré le rôle essentiel de la dimension non-verbale dans les interactions sociales. La recherche a ainsi largement souligné le rôle essentiel du non verbal sur les compétences sociales (Argyle et al., 1973; Kendon, 1967; S. Park et al., 2008; Wiltermuth & Heath, 2009). En effet, ces derniers augmenteraient la compréhension du message transmis (Kelly et al., 1999). Un déficit dans ces sphères entraine donc un trouble dans les interactions sociales, qui deviennent moins efficaces tant en termes de partage qu'en termes d'image de soi transmise. Ces difficultés surviennent dans bon nombre de pathologies diverses comme la schizophrénie, les troubles du spectre autistique, l'anxiété sociale ou encore la dépression. Mais, heureusement, certains chercheurs se sont penchés sur des solutions thérapeutiques afin de pallier ces difficultés. Outre le travail thérapeutique classiquement rencontré en TCC, par exemple autour du travail sur les biais cognitifs, il existe tout un axe thérapeutique qui se tourne davantage sur la mise en pratique de techniques de communication avec des jeux de rôle. Ces techniques, souvent illustrées avec l'affirmation de soi, sont très efficaces mais ont toutefois leurs limites. En effet, lorsque le patient entraine ses compétences sociales lors de jeux de rôle en thérapie individuelle, ses premiers exercices se font avec le thérapeute qui joue le rôle d'un partenaire social dans une conversation. Dans le cas d'une thérapie de groupe ce sont les autres patients, tout aussi concernés par un déficit de compétences sociales, qui jouent le rôle d'interlocuteurs. Dans ces deux cas, la situation est très éloignée des situations que rencontre le patient dans sa vie quotidienne. De plus, on note un fort taux d'abandon dans ces thérapies qui sont très impliquantes compte tenu des changements à opérer, et qui demandent donc une motivation toute particulière (Kurtz & Mueser, 2008). Pour compenser ces déficits, certains auteurs ont eu l'idée d'utiliser la réalité virtuelle comme outil thérapeutique. Son caractère ludique est un excellent atout thérapeutique puisqu'il augmente la motivation et l'implication (Ku et al., 2007). De plus, la RV propose un environnement virtuel immersif, représentant des situations quotidiennes permettant de soulager les fonctions cognitives du patient qui n'a pas à faire intervenir sa mémoire et/ou son imagination pendant l'exercice. Contrairement à d'autres options thérapeutiques tels que les jeux de rôle, la RV représente des expériences de la vie réelle d'une manière sûre et contrôlable qui permet une pratique et une exposition répétées, représentant un élément clé du traitement. La réalité

virtuelle peut également fournir des environnements écologiques avec des scénarios sociaux illimités. Il a d'ailleurs été démontré qu'elle reproduisait les conditions sociales (Wallace et al., 2010). Pourtant, cette utilisation dans l'entrainement aux compétences sociales reste marginale. L'étude la plus récente sur le sujet est celle de Park et ses collaborateurs (2011) qui ont proposé un entrainement aux habiletés sociales en réalité virtuelle à leurs patients atteints de schizophrénie, dans un format proche de celui proposé en thérapie classique. En plus de la motivation supérieure retrouvée dans le groupe expérimentant la réalité virtuelle, on note un gain de compétences sociales et un sentiment d'être plus performant face aux avatars. Cette situation d'apprentissage, en plus de jouer sur l'aspect motivationnel, a agi comme un renforçateur des compétences sociales utilisées. C'est sur cet axe que nous avons souhaité travailler. L'utilisation de la réalité virtuelle dans l'entrainement aux compétences sociales a montré ses pouvoirs (Adery et al., 2018; Kandalaft et al., 2013a; K.-M. Park et al., 2011; Rus-Calafell et al., 2014), comment améliorer sa pertinence en personnalisant l'expérience sans compétences en développement de logiciel, et comment augmenter le renforcement décrit par les participants de l'étude de Park et ses collaborateurs (2011) ? Pour ce faire nous avons utilisé l'amorçage implicite. Des études récentes ont utilisé cette technique d'amorçage pour influencer le comportement social. En effet, l'amorçage peut conduire à l'émergence de comportements sociaux positifs comme la générosité (Lamy et al., 2008) ; la chaleurosité (Williams & Bargh, 2008a) ; ou encore l'imitation (Lakin & Chartrand, 2003a). Leighton et ses collaborateurs ont montré en 2010 qu'il était possible d'augmenter la production de comportements sociaux dans un but d'affiliation à l'aide d'une tâche d'amorçage. Cette tâche appelée *Scrambled Sentence Task* (SST, Srull & Wyer, 1979), propose un exercice de manipulation de mots reliés au concept que l'on souhaite amorcer, dans le but de construire une phrase. La recherche d'un but social, dirige l'attention du sujet sur son environnement social dont il perçoit mieux les indices. L'amorçage peut donc stimuler la recherche d'un but social rendant plus attentif à l'autre, mais peut également influencer la perception que l'on a de l'autre ce qui sera renforçateur ou punitif. En effet, nous avons vu qu'un individu pourra se montrer plus agressif (Carver et al., 1983) ou hostile (Herr, 1986) s'il a la perception que son interlocuteur l'est après amorçage (Carver et al., 1983). A contrario, il pourra se montrer plus loyal (Hertel & Kerr, 2001) ou généreux (Williams & Bargh, 2008a) s'il perçoit son interlocuteur comme ayant ces qualités. Hertel et ses collaborateurs (2002) sont d'ailleurs clairs sur le sujet : la perception des autres peut affecter le comportement du sujet s'il estime que les autres personnes peuvent influer sur sa vie. Sans la possibilité de conséquences sur la vie de l'individu, l'amorce aura autant d'effets sur la perception qu'il aura des autres, mais moins sur

le comportement qu'il adoptera en réponse. Smeesters et al., (2010), supposent que l'amorçage aura tendance à activer les schémas comportementaux en prévision d'une utilisation potentielle pour répondre à la situation. Ainsi, la perception d'un sujet comme étant hostile fait anticiper un comportement agressif voire dangereux, et augmente ce type de comportements. Une fois activé, le comportement aura tendance à s'exprimer. Mais face à une perception positive amorcée, la désirabilité sociale et la volonté d'affiliation augmenteront les comportements en ce sens. Nous avons voulu vérifier ces paradigmes montrés dans des conditions expérimentales afin de les envisager comme des outils thérapeutiques. Et pour cela, nous avons associés les avantages incontestables de la réalité virtuelle à ceux de l'amorçage afin de combiner le meilleur des deux outils dans l'entrainement aux compétences sociales. Cette association n'a que peu été faite dans le milieu de la recherche. Et lorsque c'était le cas son but était avant tout de rendre la réalité virtuelle plus prenante en améliorant le sentiment de présence (Daher et al., 2017; Gorini et al., 2011; Nunez & Blake, 2003). Seules quelques études ont commencé à travailler sur l'intérêt de cette association pour favoriser des comportements prosociaux. Par exemple, Rosenberg et al., (2013) ont pu augmenter les comportements d'aide de leurs participants grâce à l'amorçage « superpouvoir » en réalité virtuelle. Mais cette étude utilise la réalité virtuelle en elle-même comme tâche d'amorçage, et n'évalue pas l'effet d'un amorçage extérieur préalable sur la réalité virtuelle.

Dans ce travail de thèse nous avons souhaité aborder l'amorçage et la réalité virtuelle psychothérapeutique sous un jour nouveau. Ce travail a pour objectif ambitieux de compléter nos connaissances théoriques sur les troubles des interactions sociales, la réalité virtuelle psychothérapeutique et les notions d'amorçage, dans le but de réfléchir à une façon de proposer un outil pertinent pour l'entrainement aux compétences sociales dans un milieu plus écologique et facilitateur.

Pour cela nous avons débuté nos recherches par la vérification de nos rapports avec les avatars. En effet, il est invraisemblable de proposer un outil de RV pour l'entrainement aux compétences sociales qui ne mettrait pas en jeu des avatars. Dans cet objectif nous avons évalué nos compétences de reconnaissance des émotions positives et négatives face à différents types de visages.

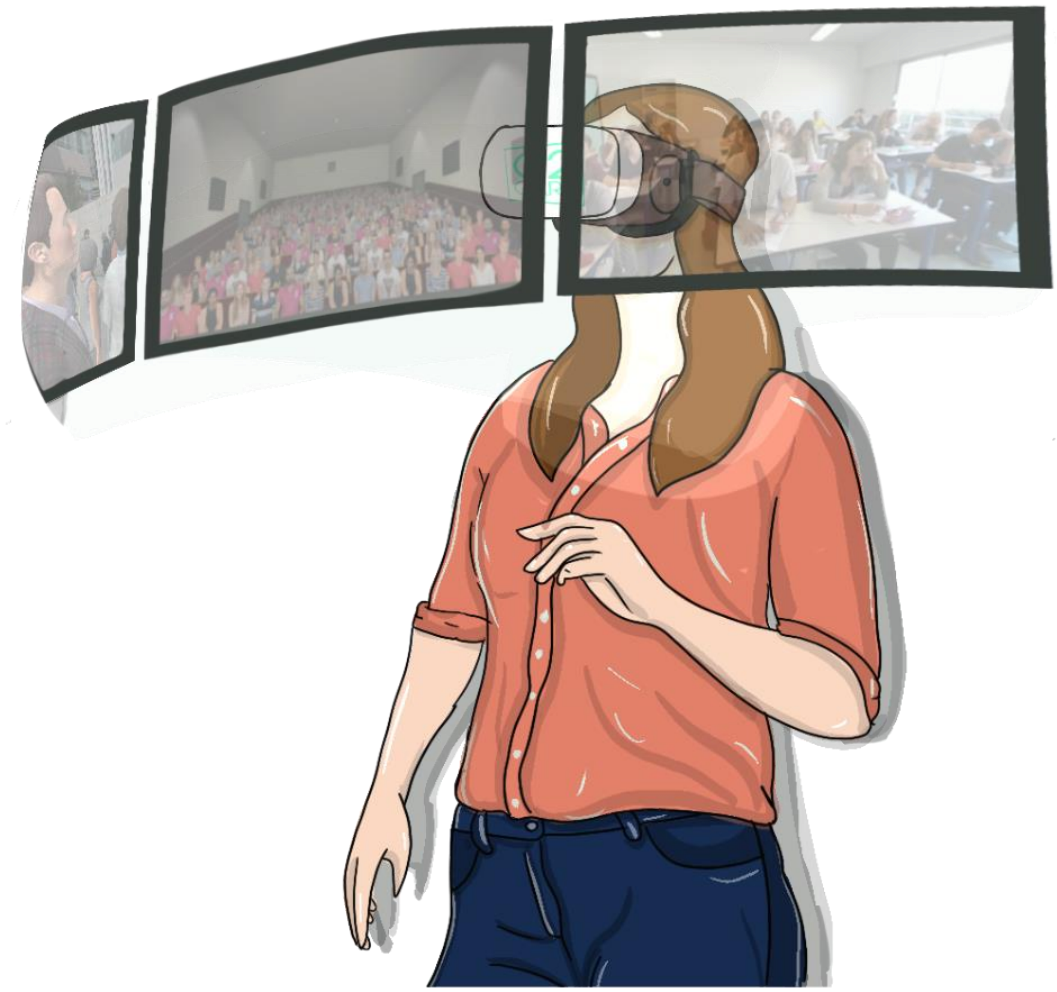
Dans notre recherche de compréhension de la réalité virtuelle et des processus en jeu, nous avons tenu à évaluer l'efficacité de l'amorçage pour faciliter le sentiment de présence, processus indispensable à une thérapie virtuelle efficace et transférable à la réalité.

Dans la poursuite de nos objectifs, nous avons également vérifié s'il était possible, grâce à l'amorçage conceptuel implicite, de moduler la perception qu'un individu a d'un public virtuel. L'objectif était de savoir s'il est possible d'influencer cette perception, aussi bien de façon positive que de façon négative.

Enfin, nous avons réitéré cette expérience afin de vérifier la capacité de modulation de la perception d'agent virtuels par l'amorçage, et d'en appréhender l'impact sur les comportements non verbaux.

Partie 3 : partie expérimentale

Matériels et méthodes



1. Recrutement des participants

Au total, 273 participants ont été recrutés pour ces études (recrutement personnel de 191 participants, et recrutement en coopération avec une étudiante en master 2, de 82 participants). L'ensemble des participants étaient volontaires et recrutés au sein de l'Université de Nîmes et de leurs proches. 191 participants ont reçu une bonification sur leur note de l'UE Méthodologie Expérimentale. La communication des différentes études s'est fait via l'intranet de l'Université de Nîmes, et affichage sur les réseaux sociaux liés à l'Université.

2. Echelles d'évaluations

L'ensemble des participants a été soumis à une batterie d'échelles d'évaluations psychologiques dans le but de contrôler l'ensemble des variables confondantes.

a. Echelles communes aux quatre études

Beck Depression Inventory- II (BDI-II) (Beck et al., 1996).

Cette échelle permet d'évaluer la sévérité de la symptomatologie dépressive. Il s'agit d'une autoévaluation présentant 21 items se cotant de « 0 à 3 ». Le score total est ensuite comparé aux seuils pour déterminer le degré de dépression du sujet, «0 à 11» (minime), « 12 à 19 » (légère), « 20 à 27 » (modérée), « 28 à 63 » (sévère).

Liebowitz-Social-Anxiety-Scale (LSAS) (Liebowitz, 1987).

Cette échelle permet d'évaluer le niveau d'anxiété sociale. Il s'agit d'une auto évaluation présentant 24 items se cotant de « 0 à 3 ». Cette échelle permet de calculer 6 sous scores : Niveaux d'anxiété totale / Niveau d'évitement total / Niveau d'anxiété au sein des interactions sociales / Niveau d'évitement des interactions sociales / Niveau d'anxiété dans les situations de performances / Niveau d'évitement des situations de performances.

State–Trait Anxiety Inventory (STAI) (Spielberger, 1983a)

Cette échelle permet de mesurer l'anxiété général du sujet. Elle comporte deux sous-échelles : une mesurant l'anxiété en tant que trait, et l'autre mesurant l'anxiété en tant qu'état au moment de la passation. Il s'agit d'une échelle d'auto-évaluation de 20 items représentant des affirmations. Le sujet doit répondre s'il se sent concerné par ces phrases par les réponses suivantes « non » « plutôt non » plutôt oui » « oui ». Nous avons utilisé la traduction française de Spielberger, 1983).

b. *Echelle et matériel de l'étude 1*

Emotion Recognition Task

8 different face (figure 1) was presented 38 time (304 faces presentation) on a computer screen (60Hz, 439 mm, 128 DPI). Viewing was unrestrained at a distance of approximately 600 mm. Faces represented an humain face, an avatar face, a frame of avatar represented by base of avatar face without texture (i.e. skin color, eye details) named mesh, and a robot. Each faces mime a facial expression qualifiable like having a positive and after, a negative valence. Each participant chose with keyboard if face represent a positive or a negative valence expression. Answer and answer time are recorded.

Fig. 1 – *Stimuli à valence négative (Avatar, Mesh, Humain, Robot)*

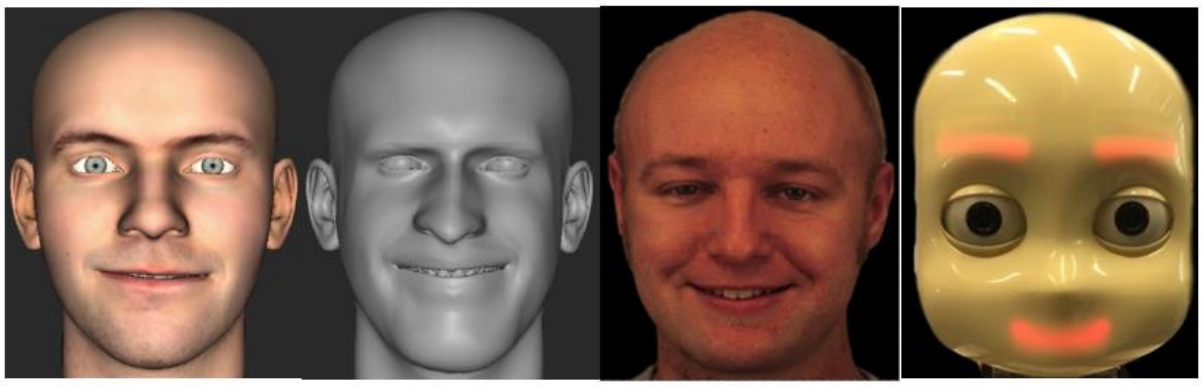


Fig. 2 – *Stimuli à valence positive (Avatar, Mesh, Human, Robot)*

c. *Echelles et matériel de l'étude 2*

Echelle d'estime de soi (M. Rosenberg, 1965)

C'est une échelle d'auto-évaluation proposant 10 affirmations. Le sujet doit répondre sur une échelle de Likert en 4 points (1 = fortement en accord ; 4 = fortement en désaccord) à quel point il pense que cette affirmation lui correspond.

Presence and Reality Judgement Questionnaire (Banos et al., 2005)

Cette échelle mesur le sentiment de présence perçu par l'utilisateur d'un média virtuel. Nous avons utilisé la version de 36 items, traduite par le Laboratoire de Cyberpsychologie de l'Université de Québec en Ouataouais. C'est une échelle d'auto-évaluation qui évalue le sentiment de présence et le jugement de réalité. Il évalue 5 dimensions : l'implication émotionnelle, le sentiment de présence et le jugement de réalité, l'interaction et la correspondance externe, l'influence des variables technologiques sur le sentiment de présence et le jugement de réalité et la satisfaction avec l'expérience.

Mesure sur sentiment de présence sociale

Nous avons utilisé l'échelle de présence de Sallnäs (2005) inspirée par Short et ses collaborateurs (1976). Les 5 premières questions sont les mêmes que celles proposées par Short et al., (1976). Sallnäs a ajouté 8 items de la théorie du sentiment de présence social. L'objectif est de mesurer dans quelle mesure la personne se sent socialement présent, dans quelle mesure il comprend les réactions, intentions et émotions des personnages virtuels présents, et dans quelle mesure il a l'impression que ses réactions sont perçues par les personnes présentes. L'individu répond à chaque question grâce à une échelle bi-polaire de 7 points.

Mesure du rythme cardiaque

Le rythme cardiaque a été mesuré avec un oxymètre UrgoFeel à cinq reprises. La première fois au repos, une deuxième fois debout avec seulement le HDM sans environnement, une troisième fois dès le lancement de l'environnement, une quatrième fois au bout d'1 minute 30 d'immersion et une dernière fois au bout des 3 minutes d'immersion.

Amorçage contextuel (Annexes 1 et 2)

Nous avons écrit deux articles de journaux en français. Les articles prenaient la forme d'articles de journal. Le premier article, correspondant à l'article d'amorçage contextuel, avait pour sujet principal l'anniversaire de l'Université de Nîmes. Les filières, et les détails techniques descriptifs de l'université y sont présentés. Par exemple, la constitution des salles de classe est décrite en insistant sur les éléments de la classe commun à ceux de la classe virtuelle. Le deuxième article traite d'un sujet plus neutre. Il donne des données et des conseils sur les tâches ménagères et leur organisation. Les deux articles sont esthétiquement identiques, et font la même longueur.

SEPTEMBRE 2019

ETUDES « Université de Nimes :

12 ans de formation au cœur de la Rome Française »

L'Université nimoise a fêté sa 12ème année d'activité en 2019. Retour sur ce qui en fait un pôle d'attraction de l'agglomération nimoise.

Depuis 2007, l'Université de Nîmes propose un catalogue de formations complet. En effet, il se divise en trois

L'Université s'engage pour le bien-être de ses étudiants en proposant des activités sportives, une médecine préventive, l'accès à une psychologue et des ateliers de gestion du stress, des consultations de diététique, d'addictologie, et également, des dispositifs permettant d'aider les étudiants les plus précaires (braderies, solidaribus, ...).

départements pédagogiques comprenant : droit/économie/gestion, psychologie/lettres/langues /histoire, et sciences/arts. C'est ce qui permet à l'université de proposer, aux quelques 4350 étudiants inscrits, une quarantaine de diplômes permettant l'accès à l'emploi ou à d'autres études. Autour des licences classiques que sont les licences LLCER (Langues, Littératures, Civilisations

Entrée du site Vauban de l'Université. Crédit : France 3®

Etrangères Régionales), Arts, AES (Administration Economique et Sociale), Lettres Modernes, Droit, Psychologie, Histoire, Mathématiques, Biologie, et STAPS, l'Université propose également des licences professionnelles variées telles que celles portant sur les métiers de la mode, du notariat, de la robotique, de l'optique ou encore de la recherche privée. Ces formations peuvent être complétées par les diverses spécialités de master présentes dans le catalogue de l'Université de Nîmes.

L'Université s'étend dans l'agglomération nimoise et dispose aujourd'hui de 4 sites dans le fort Vauban, aux Carmes, dans le parc Scientifique Georges Besse et enfin dans le quartier Hoche-Sernam. Le cœur de l'Université se trouve sur le site Vauban qui a vu s'implanter les services administratifs (scolarité, secrétariats, ressources humaines, ...), pédagogiques, informatifs (ba2ip, bibliothèque), associatifs et la plupart des événements culturels offerts par l'Université.

Le site accueille à lui seul environ 2500 étudiants qui se répartissent en 5 amphithéâtres, et 5 bâtiments constitués de salles de classe. Les amphithéâtres sont de tailles différentes afin de s'adapter au nombre d'inscrits dans chaque promotion. Ils sont également régulièrement sollicités afin d'accueillir des conférences dans le cadre d'événements culturels ou scientifiques. Leur disposition permet au public d'avoir une vision claire à la fois de la personne qui intervient au micro, et du tableau sur lequel sont projetées ou inscrites manuellement, des informations relatives à l'enseignement. Les plus petites salles sont généralement réservées à des groupes d'une quarantaine d'étudiants afin de proposer des travaux dirigés (TD) supports aux cours magistraux (CM). Elles sont toutes constituées de tables et de chaises grises, d'une table plus grande à destination du professeur et d'affichages promotionnels d'événements ayant lieu à l'Université. Chaque salle dispose également d'un tableau et d'un vidéoprojecteur qui permet généralement d'afficher sur grand écran le cours dispensé, ou l'exposé proposé par un étudiant. Elles sont à la fois le théâtre de cours et d'examen oraux ou écrits en fonction des matières. •

Université de Nîmes

5 Rue du Dr. Georges Salan

30 000 Nîmes

Contact : *04.66.36.46.46*

• 17 – SEPTEMBRE 2019

SEPTEMBRE 2019

VIE QUOTIDIENNE « Le ménage :

s'organiser reste la clé »

Depuis le début du 20ème siècle, le développement de l'électroménager a permis de réduire le temps alloué au ménage qui reste estimé à 2h par jour.

Les tâches ménagères représentent l'ensemble des activités d'entretien matériel des membres du ménage, de son logement

Le secret est de procéder au fur et à mesure et de ne pas remettre à plus tard ce qui peut être fait immédiatement. Cela permet non seulement un gain de temps considérable, mais également une diminution de la charge de travail ultérieure. Ainsi, il est plus efficace de faire la vaisselle juste après avoir mangé que de tout laisser s'accumuler dans l'évier. Retarder la tâche provoque le risque de ne plus avoir assez de temps pour s'en occuper.

et de son équipement. Avec les courses et la cuisine, elles constituent l'aspect le plus massif du temps domestique. Cependant, depuis le début du 20ème siècle, le développement de l'électroménager a permis de réduire les corvées les plus astreignantes, les plus sales et les plus dangereuses. Cela a été particulièrement le cas avec les appareils tels que

Ensemble de ménage. Crédit : confortadomicile.com®

l'aspirateur, le lave-linge ou encore le lave-vaisselle, qui dispensent des tâches pénibles et peu gratifiantes, ou du moins les simplifient considérablement.

Malgré cela, selon l'INSEE, les Français estimaient à environ 2 heures le temps de travail domestique quotidien en 2010. La majorité de ce temps est consacré au rangement et au nettoyage de la maison. Pour beaucoup de personnes, les tâches ménagères restent donc une corvée importante et très chronophage. Afin de ne pas se laisser déborder, il existe certaines astuces visant à optimiser ces tâches dans le but de gagner en efficacité et en productivité.

Dans un premier temps, l'idéal est d'essayer de tenir à jour la liste des tâches à effectuer, classées par pièce et par fréquence. Il peut s'agir de tâches quotidiennes (ranger ce qui traine, faire la vaisselle, sortir la poubelle…) ou de grosses corvées à prévoir sur du plus long terme. Ces dernières peuvent être hebdomadaires (passer la serpillère, faire les lessives…), mensuelles (nettoyer les vitres, le réfrigérateur…), voire annuelles pour les tâches les plus ingrates (nettoyer les portes, les tapis…), tout en se rappelant qu'épisodique ne veut pas dire optionnel. Parmi toutes ces tâches, il est important de définir des priorités. Ces priorités peuvent être posées en construisant la liste par ordre d'importance. Une fois la liste effectuée, il est possible d'établir un planning fixe et régulier des tâches. En effet, même avec toute la bonne volonté du monde, il n'est pas possible tout faire en une seule journée. Les tâches quotidiennes n'ont pas à être intégrées dans le planning, car elles doivent de toute façon être réalisées tous les jours. Les tâches spécifiques peuvent être planifiées pour chaque jour de la semaine. Par exemple, il est envisageable de passer l'aspirateur tous les lundis et jeudis et de nettoyer la terrasse les mercredis. Il est également possible de planifier les jours de courses, ce qui évitera de devoir aller au supermarché chaque matin. Par ailleurs, l'existence d'un planning peut aussi permettre le travail en équipe au sein du foyer. Il suffit d'ajouter le prénom de chaque membre de la famille à côté d'une tâche qui lui est attribuée, cela allègera les corvées de chacun et pourra également responsabiliser les plus jeunes.

Même si l'application de ces astuces demande une certaine discipline, elles permettent une meilleure organisation et un meilleur rendement. •

A-F

• 17 – SEPTEMBRE 2019

Fig. 3 – *Article d'amorçage contextuel (gauche) et d'amorçage neutre (droite)*

Environnement virtuel

Le matériel utilisé était un casque de réalité virtuelle HTC Vive, et un ordinateur portable type « gaming ». Nous avons utilisé un environnement virtuel du logiciel C2Care dans la section « Phobie ». Il s'agit d'un environnement représentant une salle de classe pleine. Sont présent, des étudiants et un professeur. L'environnement est une vidéo à 360°, dans lequel les étudiants sont calmes et attentifs à l'interlocuteur. Leurs regards sont dirigés vers l'utilisateur et leur comportement non verbal mime l'écoute, l'écriture et le calme.

Fig. 4 – *Environnement de réalité virtuelle C2Care*

d. *Echelles et matériel de l'étude 3*

Independent Television Commission Sense of Presence Inventory (ITC-SOPI) (Lessiter et al., 2001)

Il s'agit d'une échelle mesurant le sentiment de présence. Nous avons utilisé la version traduite en français par le Laboratoire de Cyberpsychologie de l'Université de Québec en Ouataouais. Elle est composé de deux parties qui questionnent les pensées et les sensations provoquées par l'expérience virtuelle. La première section, A, questionne à propos des sensations après l'immersion, et la deuxième section, B, interroge sur ce qui est ressenti pendant l'immersion. Les 44 items sont des affirmations auxquelles l'utilisateur doit répondre grâce à une échelle de Likert en 5 points (1 = totalement en désaccord, 5 = totalement d'accord). Elle mesure 4 dimensions : sentiment de présence spatial, l'engagement, la validité écologique et les effets négatifs ressentis comme le cybermalaise par exemple.

The Temple Presence Inventory (TPI) (Lombard et al., 2009)

Cette échelle mesure les dimensions du sentiment de présence sociale, à savoir : présence spatiale, présence sociale active et passive, l'engagement, la richesse sociale, le réalisme social et perceptuel. L'utilisateur répond aux 27 questions grâce à une échelle en 7 points dont les bornes varient en fonction des questions (par exemple : pas du tout/ totalement ; jamais/à chaque fois).

Echelle de perception (Annexe 3)

Cette échelle est une liste d'adjectifs tiré de la tâche d'amorçage (par exemple : amical, avenant, rebel, égoïste). Pour chaque adjectif, le sujet doit quantifié à quel point il a trouvé que le public correspondait à l'adjectif en question, sur une échelle de Likert en 5 points (0 = pas du tout, 4 = totalement).

Scrambled Sentence Task adaptée Del-Monte et al., (2014).

La tâche d'amorçage sémantique utilisée dans cette expérience est une tâche de construction de phrase adaptée de l'étude de Leighton et al. (2008) (original de Strull & Wyer (1979)). Ici, nous avons utilisé la version adaptée par Del-Monte et al., (2014). Après avoir présenté la tâche comme étant une tâche permettant d'évaluer l'effet de la couleur des mots sur la construction de phrase, sans lien avec l'expérience, les participants font face à un écran d'ordinateur. A l'écran sont présentés l'une après l'autre, 12 séries de 5 mots, dans des couleurs différentes, à replacer dans le bon ordre afin de produire une phrase simple qui a du sens. Chaque phrase

contient un intrus à éliminer pour construire des phrases de 4 mots seulement. Il n'y a pas de temps imparti pour réaliser l'exercice et l'ordre et la couleur des mots sont aléatoires. Dans un deuxième temps, 12 nouvelles séries sont présentés. Cette fois, il s'agit de pointer l'intrus et non de construire la phrase à voix haute. Trois versions de la tâche ont été utilisées: la première version avait pour but d'activer des représentations mentales en lien avec une attitude « sociale » (condition « prosociale »), la seconde version tentait d'activer une attitude « antisociale » (condition « antisociale ») et la version « neutre » présentait des mots qui n'étaient pas sémantiquement liés au concept de sociabilité. Dans chaque condition, les 12 phrases à construire, et les 12 intrus de la deuxième partie, comportaient des mots reliés sémantiquement à l'attitude qu'elles tentaient d'activer.

Les mots pour la condition prosociale sont : amie, communicatif, accueillant, mariés, groupe, avenante, fréquentée, coopératif, agréable, aime, amicale, altruiste, équipe, sociable, rassemblés, réunis, ensemble, partage, unis, interaction, société, rencontre, communauté, popularité.

Les mots pour la condition antisociale sont : rebelle, égoïste, seul, séparés, individuellement, renfermée, isolée, récalcitrant, désagréable, indépendance, autonome, égocentrique, reclus, négligent, solitaire, individuel, détaché, enfermée, divisé, unique, esseulé, personnel, soi-même, impopulaire.

Les mots pour la condition neutre sont : plante, grand, peintre, promenés, travailler, réaliste, blanche, occupé, doué, chat, petite, rouge, spacieuse, tortue, plage, bateau, actuel, roman, géométrique, épicé, volets, tabouret, sol, latéral.

Environnement virtuel

Le matériel utilisé était un casque de réalité virtuelle HTC Vive, et un ordinateur portable type « gaming ». Nous avons utilisé un environnement virtuel du logiciel C2Care dans la section « Phobie ». Il s'agit d'un environnement représentant un amphithéâtre presque plein (300 personnes). Le public est programmé pour regarder l'utilisateur, il s'agit d'avatar photo réaliste répétés plusieurs fois dans l'assemblée. Leur comportement est calme et attentif, ils hochent la tête et applaudissent parfois. L'utilisateur peut se tourner à 360° pour observer la pièce, il peut voir ses pieds et ses mains dans l'environnement virtuel.

Fig. 5 – *Environnement de réalité virtuelle C2Care*

e. Echelles et matériel de l'étude 4

Echelle d'estime de soi (Rosenberg, 1969)

C'est une échelle d'auto-évaluation proposant 10 affirmations. Le sujet doit répondre sur une échelle de Likert en 4 points (1 = fortement en accord ; 4 = fortement en désaccord) à quel point il pense que cette affirmation lui correspond.

Presence and Reality Judgement Questionnaire (Banos et al., 2007)

Cette échelle mesur le sentiment de présence perçu par l'utilisateur d'un média virtuel. Nous avons utilisé la version de 36 items, traduite par le Laboratoire de Cyberpsychologie de l'Université de Québec en Ouataouais. C'est une échelle d'auto-évaluation qui évalue le sentiment de présence et le jugement de réalité. Il évalue 5 dimensions : l'implication émotionnelle, le sentiment de présence et le jugement de réalité, l'interaction et la correspondance externe, l'influence des variables technologiques sur le sentiment de présence et le jugement de réalité et la satisfaction avec l'expérience.

Mesure sur sentiment de presence sociale

Nous avons utilisé l'échelle de présence de Sallnäs (2005) inspirée par Short et ses collaborateurs (1976). Les 5 premières questions sont les mêmes que celles proposées par Short et al., (1976). Sallnäs a ajouté 8 items de la théorie du sentiment de présence social. L'objectif est de mesurer dans quelle mesure la personne se sent socialement présent, dans quelle mesure il comprend les réactions, intentions et émotions des personnages virtuels présents, et dans

quelle mesure il a l'impression que ses réactions sont perçues par les personnes présentes. L'individu répond à chaque question grâce à une échelle bi-polaire de 7 points.

Echelle de perception (Annexe 5)

L'échelle propose un questionnaire d'impression de personnalité inspiré de celui utilisé par Forgas et Bower (1987). Nous avons utilisé 15 traits de personnalité évalués sur des échelles bipolaires dont les bornes sont les traits de chaque duo. Les traits ont été sélectionnés à partir des travaux de Sagles et al. (2002) et nous avons évités les adjectifs qui ne s'appliquent pas aux avatars ou qui forcent des jugements de valeur (par exemple l'intelligence, la beauté, les compétences). Nous avons choisi 10 traits sociaux (égocentrique / altruiste, sournois / sincère, intolérant / tolérant, asocial / sociable, ennuyeux / amusant, insatisfait / heureux, compétitif / coopératif, irritable / gentil, impopulaire / populaire, impitoyable / indulgent) et 5 traits intellectuels (incompétents / compétents, douteux / fiables, indécis / déterminés, maladroits / habiles, étourdis / sérieux) pour construire cette échelle de perception.

Intention d'aider (Annexe 6)

Nous avons posé deux questions pour évaluer l'entraide et le comportement prosocial des participants dans un environnement autre que l'environnement virtuel.

- S'il vous était nécessaire d'intervenir à nouveau devant un cours de réalité virtuelle pour témoigner de votre expérience, seriez-vous prêt à le faire? Si oui, à quelle fréquence seriez-vous prêt à le faire?
- Si vous aviez besoin d'intervenir devant une vraie classe pour témoigner de votre expérience Seriez-vous prêt à le faire? Si oui, à quelle fréquence seriez-vous prêt à le faire?

Grille d'observation du comportement social verbal et non verbal (Annexe 4)

Il s'agit d'une grille d'observation des comportements prosociaux complétée au cours de l'expérience. Cette grille a été créée sur la base de celle proposée par Trower et al., (1978). Nous avons supprimé les catégories qui ne s'appliquent pas à la réalité virtuelle ou qui ne peuvent pas être évaluées dans ce contexte (comme l'apparence, le regard). De plus, nous avons éliminé les catégories qui ne pouvaient pas s'appliquer au contexte proposé qui est une interaction sociale mais sans rétroaction (comme la synchronisation du temps de parole, la variété des sujets, le temps de parole car il est imposé dans notre expérience). Nous avons conservé 3 catégories principales avec 4 à 5 sous-catégories.

- Qualité vocale: volume, tonalité, débit et clarté

- Conversation: formalité, questions, vocabulaire
- Comportement non verbal: comportement assertif, proximité, orientation, ton, langage corporel, sourire.

Chacune de ces catégories contient 5 adjectifs plus ou moins prosociaux. Les adjectifs utilisés pour le classement des catégories ont été soumis à un grand public qui a dû classer les objectifs en fonction de leur pro sociabilité. Les participants avaient 7 adjectifs à classer dans chaque catégorie. Après traitement statistique, 5 adjectifs ont été retenus par catégorie. Les adjectifs notés 0 ont été jugés peu prosociaux et les adjectifs notés 5 ont été jugés très prosociaux. L'enquêteur choisit l'adjectif qui correspond le mieux au comportement verbal et non verbal du participant, le nombre associé au comportement représente la sociabilité du comportement. Plus le score est élevé, plus le comportement du participant est estimé être prosocial. L'enquêteur note la conversation et le comportement non verbal pendant l'expérience. L'audio du participant est enregistré de sorte que le domaine relatif à la qualité de la voix puisse être évalué à l'aveugle par un autre expérimentateur, ignorant l'amorçage attribué.

Mesure du rythme cardiaque

Le rythme cardiaque a été mesuré avec un oxymètre UrgoFeel à cinq reprises. La première fois au repos, une deuxième fois debout avec seulement le HDM sans environnement, une troisième fois dès le lancement de l'environnement, une quatrième fois au bout d'1 minute 30 d'immersion et une dernière fois au bout des 3 minutes d'immersion.

Scrambled Sentence Task adaptée Del-Monte et al., (2014).

La tâche d'amorçage sémantique utilisée dans cette expérience est une tâche de construction de phrase adaptée de l'étude de Leighton et al. (2008) (original de Strull & Wyer (1979)). Ici, nous avons utilisé la version adaptée par Del-Monte et al., (2014). Après avoir présenté la tâche comme étant une tâche permettant d'évaluer l'effet de la couleur des mots sur la construction de phrase, sans lien avec l'expérience, les participants font face à un écran d'ordinateur. A l'écran sont présentés l'une après l'autre, 12 séries de 5 mots, dans des couleurs différentes, à replacer dans le bon ordre afin de produire une phrase simple qui a du sens. Chaque phrase contient un intrus à éliminer pour construire des phrases de 4 mots seulement. Il n'y a pas de temps imparti pour réaliser l'exercice et l'ordre et la couleur des mots sont aléatoires. Dans un deuxième temps, 12 nouvelles séries sont présentés. Cette fois, il s'agit de pointer l'intrus et non de construire la phrase à voix haute. Trois versions de la tâche ont été utilisées: la première version avait pour but d'activer des représentations mentales en lien avec une attitude « sociale

» (condition « prosociale »), la seconde version tentait d'activer une attitude « antisociale » (condition « antisociale ») et la version « neutre » présentait des mots qui n'étaient pas sémantiquement liés au concept de sociabilité. Dans chaque condition, les 12 phrases à construire, et les 12 intrus de la deuxième partie, comportaient des mots reliés sémantiquement à l'attitude qu'elles tentaient d'activer.

Les mots pour la condition prosociale sont : amie, communicatif, accueillant, mariés, groupe, avenante, fréquentée, coopératif, agréable, aime, amicale, altruiste, équipe, sociable, rassemblés, réunis, ensemble, partage, unis, interaction, société, rencontre, communauté, popularité.

Les mots pour la condition antisociale sont : rebelle, égoïste, seul, séparés, individuellement, renfermée, isolée, récalcitrant, désagréable, indépendance, autonome, égocentrique, reclus, négligent, solitaire, individuel, détaché, enfermée, divisé, unique, esseulé, personnel, soi-même, impopulaire.

Les mots pour la condition neutre sont : plante, grand, peintre, promenés, travailler, réaliste, blanche, occupé, doué, chat, petite, rouge, spacieuse, tortue, plage, bateau, actuel, roman, géométrique, épicé, volets, tabouret, sol, latéral.

Environnement virtuel

Le matériel utilisé était un casque de réalité virtuelle HTC Vive, et un ordinateur portable type « gaming ». Nous avons utilisé un environnement virtuel du logiciel C2Care dans la section « Phobie ». Il s'agit d'un environnement représentant une salle de classe pleine. Sont présent, des étudiants et un professeur. L'environnement est une vidéo à 360°, dans lequel les étudiants sont calmes et attentifs à l'interlocuteur. Leurs regards sont dirigés vers l'utilisateur et leur comportement non verbal mime l'écoute, l'écriture et le calme. (Fig. 4).

Evaluation et comparaison des capacités de reconnaissance de la valence émotionnelle de visages humains et synthétiques

Les humains communiquent de manière sophistiquée à travers de nombreux canaux tels que le son, la vision et même le toucher. La communication parlée occupe une place tellement importante que l'on oublie parfois l'importance des signaux non verbaux. Pourtant parmi eux, les expressions faciales jouent un rôle majeur dans les interactions sociales (Adolphs, 1999). Elles permettent de véhiculer des messages et des informations indispensables à la survie ou plus largement à la communication permettant l'empathie (Frith, 2009). La capacité à reconnaître et à comprendre ces expressions faciales est essentielle dans les relations sociales. En général, les humains reconnaissent les expressions faciales positives plus rapidement que les expressions négatives car elles ne nécessitent pas l'analyse de tout le visage (par exemple une bouche souriante suffit à signifier la joie) (Leppänen & Hietanen, 2004). Avec l'avènement de nouvelles technologies telles que la réalité virtuelle, la réalité augmentée, ou l'intelligence artificielle, on peut se demander si les humains sont et seront capables des mêmes performances dans la reconnaissance des émotions des robots et des avatars. Les agents artificiels font déjà partie intégrante de la vie humaine dans les loisirs, le monde professionnel ou encore la thérapie. Nous devons donc interagir quotidiennement avec des personnages virtuels non humains ou personnifiés sous la forme de robot physique (Churamani et al., 2016). Certaines recherches ont montré que les personnages virtuels sont capables de provoquer des réactions sociales équivalentes à celles vécues devant l'homme (Garau et al., 2008). Mais qu'en est-il des émotions exprimées par les robots et autres agents non humains? Les humains ont naturellement tendance à attribuer des traits humains aux robots, surtout lorsqu'ils ont des caractéristiques physiques proches de l'homme (Breazeal, 2003; Wendt & Berg, 2009). Les stimuli positifs sont reconnus plus rapidement que les stimuli négatifs sur les visages humains, alors que l'on observe le phénomène inverse pour les visages robotiques. Mais la plupart de ces recherches ont été effectuées sur des robots physiques. Il a été démontré dans une étude que les émotions exprimées par un visage virtuel sont aussi bien reconnues que celles exprimées par les expressions faciales naturelles (Spencer-Smith et al., 2001). De plus, les expressions faciales naturelles et virtuelles ont provoqué une activation comparable dans l'amygdale, une région centrale du traitement des émotions. Même si la littérature nous annonce des difficultés de reconnaissance des émotions des avatars qui sont régulièrement perçu comme étant des expressions neutres (Dyck et al., 2008), il semblerait qu'ils soient capables d'évoquer un sentiment de présence sociale (Biocca et al., 2003) qui en dit long sur notre capacité à les percevoir. Dans tous les cas, il a été démontré que les personnages virtuels transmettent non seulement des informations sociales à des observateurs humains, mais sont également perçus

comme des agents sociaux exerçant ainsi une influence sociale sur les interactions humaines (Bailenson et al., 2003; Pertaub et al., 2001).

Toutes ces données sont très importantes pour comprendre comment utiliser ces agents virtuels pour la formation, la communication ou même la thérapie. Comprendre les expressions faciales de ces agents est essentiel pour créer une relation sociale crédible et efficace, qui sera utile pour les objectifs qui leur seront assignés. Mais sommes-nous capables de comprendre les expressions positives et négatives d'un humain ainsi que d'un avatar ou d'un robot? L'objectif de notre recherche est de voir si nous pouvons identifier la valence des expressions émise de la même manière sur différents types de visages. Existe-t-il une différence d'identification entre un visage humain et un avatar ? Pour aller plus loin, nous souhaitons également évaluer différents types de visages qui s'éloignent d'un physique humain grâce à un visage de robot, et au « squelette » (appelé mesh) d'un avatar. Les caractéristiques de base d'un avatar sont-elles suffisantes pour comprendre l'émotion transmise ou la ressemblance avec un visage humain facilite-t-elle cette identification ?

Etude 1 : *Emotional valence recognition on virtual, robotic and human faces: a comparative study.*

Published :

Cerda, L., Graziani, P. & Del-Monte, J. (2020) Emotional Valence Recognition on Virtual, Robotic, and Human Faces: a Comparative Study. *Journal of Technology in Behavioral Science.* https://doi.org/10.1007/s41347-020-00172-5

Abstract

Background and objectives: With the advent of new technologies in everyday life, leisure or therapy, we will increasingly interact with a non-human virtual character. Understanding facial expressions and intentions of these virtual agents is important to enable them to achieve their goals. The objective of our study is to assess whether expressions are perceived as being positive or negative on faces more or less similar to those of humans.

Methods: Eighty-three undergraduate students took part in a computerized emotion recognition task. The participants had to identify whether each face expressed a positive or a negative emotion. 8 different faces (human, avatar, mesh, and robot) were shown 38 times each on a computer screen. Each face was represented by a photo. Response time and the number of correct responses were recorded.

Results and Conclusions: Our research has raised important points: the accuracy and time taken for emotion recognition were found to be similar on human or avatar faces. On the other hand, as soon as these faces were too ambiguous or schematic, emotion recognition capacities were found to be diminished.

Keywords: avatar; emotion recognition; facial expression

Emotional valence recognition on virtual, robotic and human faces: a comparative study.

Introduction

Humans communicate in sophisticated ways through many channels such as sound, vision and even touch. This is how they convey important information. The spoken language occupies such an important place that we sometimes forget the importance of non-verbal signs. However, facial expressions play a major role in social interactions (Adolphs, 1999). They make it possible to convey messages and information essential for survival (i.e. fear) or more broadly for communication allowing empathy (Frith, 2009). The ability to recognize and understand facial expressions is therefore essential for social relationships. This is a universal skill for social interaction (Paul Ekman, 1993). The processing of emotional expressions involves several subcortical regions such as the amygdala and occipital and temporal cortex regions (Dubal et al., 2011). In general, humans recognize positive facial expressions faster than negative expressions because they do not require the analysis of the whole face (i.e. just a smiling mouth can signify joy) (Leppänen & Hietanen, 2004). With the advent of new technologies such as virtual reality, augmented reality and artificial intelligence, we can wonder whether humans are capable of the same performance in recognizing emotions in robots and avatars. Artificial agents become an integral part of human life in leisure, the professional world or in therapy. We are therefore required to interact daily with virtual non-human characters or those personified in the form of a physical robot (Churamani et al., 2016).

Some studies have shown that virtual characters are capable of provoking social reactions equivalent to those experienced before humans (Garau et al., 2008). Expressive robots are considered as more friendly, more human and allow engagement among human users (Eyssel et al., 2010; Hall et al., 2014). Electromyographic studies have shown that photographs of robots and humans opening and closing their respective hands induce similar automatic imitation responses (Oberman et al., 2007; Oztop et al., 2005). But what about the emotions expressed by robots and other non-human agents?

It has been shown in a study that the emotions expressed by a virtual face are recognized comparably to the emotions expressed by natural facial expressions (Spencer-Smith et al., 2001). There seem to be minor differences in the observation time of the mouth area. Users observed virtual agents for a longer time period (Joyal et al., 2014). Moreover, natural and

virtual facial expressions caused comparable brain activation (Moser et al., 2007; Hortensius et al., 2018). However, unlike natural faces, the emotions expressed by avatars were mainly confused with neutrality. This characteristic indicates that the emotions expressed by the avatars were not confused with completely different emotions; when people were unsure of the emotion expressed, there was a tendency to judge the expression as being neutral. (Dyck et al., 2008). It would thus seem that the emotions conveyed by avatars are not always clear. However, we know that ambiguity will be listed as a negative valence on avatars (Cheetham et al., 2015). Nevertheless, avatars are capable of evoking a sense of social presence (Biocca et al., 2003a) which highlights our ability to identify their emotions. It has been shown that virtual characters transmit social information but are also perceived as social agents exercising a social influence on observers (Bailenson et al., 2003; Pertaub et al., 2001). Naive users (children, for example) consider emotional feedback of artificial agents like real emotions (Kahn Jr. et al., 2012). Users can read social clues like emotions in virtual faces (Jack & Schyns, 2017; Todorov et al., 2015).

However, the link between avatar social influence and avatar graphics seems complex. Indeed, with a high level of realism, the avatar perception can lead to an unpleasant impression for an observer. This phenomenon is described as Uncanny Valley (Mori, 1970). When the observer perceives a non-humanoid robot, he pays attention to the few elements similar to humanoids. The feelings of familiarity then increase in the observer. Although, when the robot looks very similar to a humanoid, the observer pays attention to the few non-humanoid elements. There then appears a feeling of strangeness towards the robot. The robot is not seen as an agent awkwardly imitating a human but as a human incapable of acting like his fellows. Nonetheless, beyond this valley, the robot is accepted as a humanoid similar to the observer. The human visual system accepts all types of faces whether human, artificial, robotics, virtual, drawn, schematic or geometric (Seyama & Nagayama, 2007). It still remains necessary to adapt the physical appearance of robots and other virtual agents, taking into account the emotional and psychological impact it can have on humans. It is therefore necessary to find a balance between a schematic, anthropomorphic and ultra-realistic face to allow communication and social cooperation in the various fields of use of virtual agents (i.e. training, leisure, therapy). Hence, the aim of our study is to make an update about our emotion recognition skills and to place a slider on the scale of realism to understand whether the human clue is necessary or deleterious for emotion recognition.

The objective of our research is to assess whether emotional valences are perceived in the same way on different types of faces (human, avatar, mesh and robot).

Materials and methods

Participants

Eighty-three undergraduate students of Nîmes University participated for course credits. The sample size was determined by statistical requirements and the number of volunteers in the first year of psychology at the University of Nîmes. The sample was predominantly female (87.95%), young (M= 20.31, SD = 4.74) and educated (Mean years of education = 12.07, SD = 0.376). Candidates suffering from psychotic disorders, substance abuse, major visual disturbance or epilepsy were excluded. The totality of the data was provided by the participants. For all subjects, the level of depressive symptoms was assessed with the Beck Depression Inventory-IIII (BDI-II; Beck et al., 1996) and social anxiety using the Liebowitz-Social-Anxiety-Scale (LSAS; Liebowitz, 1987). A complete description of the study was made to the participants after which written, informed consent was obtained.

Material

State-Trait Anxiety Inventory (STAI; (Spielberger, 1983a)

The STAI is a widely used instrument for measuring the subject's general trait anxiety and current state anxiety. The valid French translation of the 20-item current anxiety state instrument (Spielberger, 1983) was administered before the experiment to control a potential interpretation bias. A high level of anxiety is associated with a more pessimistic interpretation of an ambiguous stimulus (Lazzeri et al., 2015). The STAI score was controlled for, scores under 46 were considered as weak.

Emotion Recognition Task

Upon the administration of the instructions, a learning task consisting 10 faces was conducted. This learning time was attributed to familiarize participants with the keyboard; the goal was to limit incorrect responses due to a lack of familiarization with the material. The experimental task comprised of eight different faces (figure 1) that were presented thirty-eight times (a total of 304 faces) on a computer screen (60Hz, 439 mm, 128 DPI). Viewing was unrestrained at a distance of approximately 600 mm. The faces were categorized as follows: human, avatar, robot and mesh (a frame of avatar represented by the base of avatar face without texture i.e. skin color, eye details). Each face mimicked a facial expression having a positive and then a negative

valence (figure 1). All faces were 2D photos in front of a black background. Lighting was similar for each face and there were no sound effects. Each participant was required to choose whether the facial expression represented a positive or a negative valence, via the keyboard. Keyboard letters were hidden, only letters S and L were showed. ‘S’ was to be used for "positive" response and ‘L’ for "negative" response. Correct responses and individual response times were recorded.

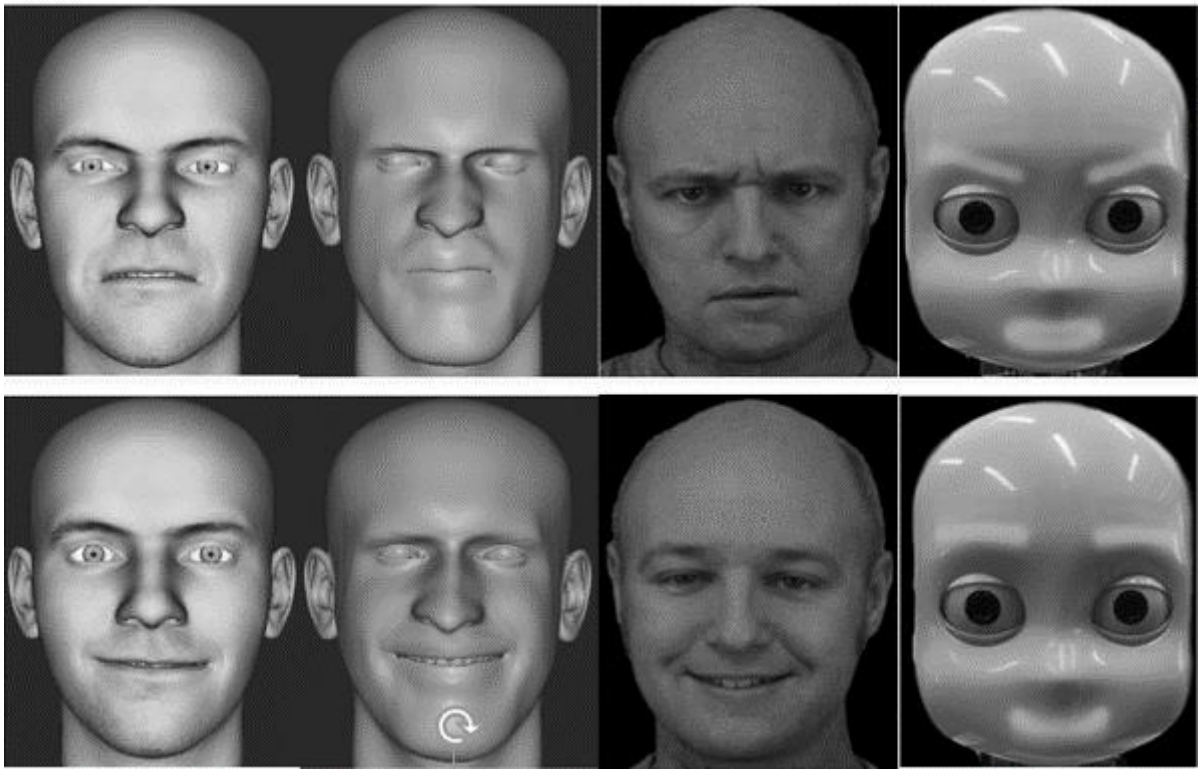


Fig. 1 – *On the top row : negative valence stimuli (Avatar, Mesh, Human, Robot); on the bottom row : positive valence stimuli (Avatar, Mesh, Human, Robot)*

Procedure

The participants in the present study were volunteers. Each participant signed an informed consent form and completed a general questionnaire about gender, age, native language, visual disturbances, academic degrees, family background, video game habits, virtual reality experiences and psychiatric background. Current state anxiety and depression levels were measured using STAI and BDI. Participants then completed the preliminary questionnaire after which they were seated in front of a computer screen. The keyboard was customized as per the requirements of the experimental task. The experimenter verbally explained the instructions: “You will see different faces on the screen. For each face, you have to choose whether the facial expression is positive or negative. You have to push the corresponding button on the keyboard.

Your response time will be recorded. This is not a rapidity exercise, but please respond as spontaneously as possible with the least possible errors." After this learning task, participants started the main task. A face appeared on the screen and participants had to identify the valence of the emotion represented. To make a definitive choice, participants had to press the key corresponding to the identified valence. After each choice, another face appeared on the screen. The experiment was conducted in an office at the Nimes University; the participants were allowed to leave upon completion of the experimental task.

Statistical analyses

The Friedman test was used to compare the type of face or valence for the entire sample. The Wilcoxon test was employed for 2 by 2 comparison. The level of significance was set to $p < .05$. Response time is provided in milliseconds. Correct and Incorrect Responses are given as a percentage.

Results

Demographic and clinical measures

Eighty-three undergraduate students of Nîmes University participated. The sample was predominantly female (87.95%), young (M= 20.31, SD = 4.74) and educated (Mean years of education = 12.07, SD = 0.376). Low scores on depression (M_{BDI} = 13.17, SD = 10.06) and low current state anxiety levels were reported. (M_{STAI}= 37, SD = 11.97).

Results according to the type of face

In this study, "response time" corresponds to the time spent to select a response on the keyboard, and "correct response" corresponds to the correct classification of the valence of the face by the participants.

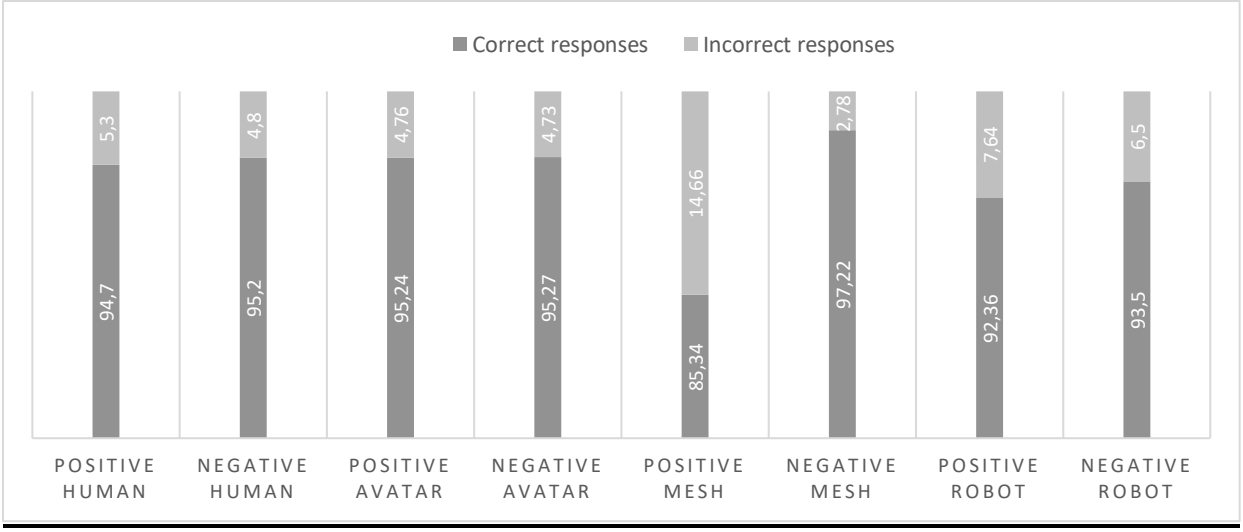


***Fig.2** – Percentage of correct and incorrect responses according to valence face*

a. <u>Means according to the type of face</u>

Friedman test on Response time (table 1) and percentage of correct response score (M_{human} = 94.95; SD_{human} = 7.74 / M_{avatar} = 95.26; SD_{avatar} = 6.46; M_{mesh} = 91.28; SD_{mesh} = 13.81; M_{robot} = 92.93; SD_{robot} = 11.43) revealed a difference between the type of face for Response time (M = 8208.815, SD = 93.60; χ^2r = 17.501, p = 0.001).

***Table 1**– Comparison of means according to the type of face for Response time*

	Means	SD	Statistic (Z)	p-value	Effect size
Sample					
Human/Avatar	1978.89/2047.55	369.70/446.08	-2.048	**0.041***	0.167
Human/Mesh	197889/2072.89	369.70/453.169	-2.888	**0.004***	0.227
Human/Robot	1978.89/2109.49	369.70/472.022	-3.814	**0.000***	0.308
Avatar/Mesh	2047.55/2072.89	446.08/453.169	-1.171	0.241	0.057
Avatar/Robot	2047.55/2109.49	446.08/472.022	-2.361	**0.018***	0.135
Mesh/Robot	2072.89/2109.49	453.169/472.022	-0.445	0.656	0.079
Positive Valence Condition					
Human/Avatar	956.78/1010.65	184.11/239.28	-1.966	**0.049***	0.252
Human/Mesh	956.78/1071.02	184.11/301.68	-4.032	**0.000***	0.457
Human/Robot	956.78/1021.27	184.11/263.72	-2.029	**0.042***	0.283
Avatar/Mesh	1010.65/1071.02	239.28/301.68	-2.888	**0.004***	0.221
Avatar/Robot	1010.65/1021.27	239.28/263.72	-0.867	0.386	0.042
Mesh/Robot	1071.02/1021.27	301.68/263.72	-1.898	*0.058*	0.175

To be more precise, participants took lesser time to differentiate the valence of the emotion of human faces compared to the other types of faces. There was no difference between other types

of the face except for robots; they were associated to longer response times for the recognition of emotional valence.

Results according to the valence of expression

a. <u>Comparison of the type of face according to emotional valence</u>

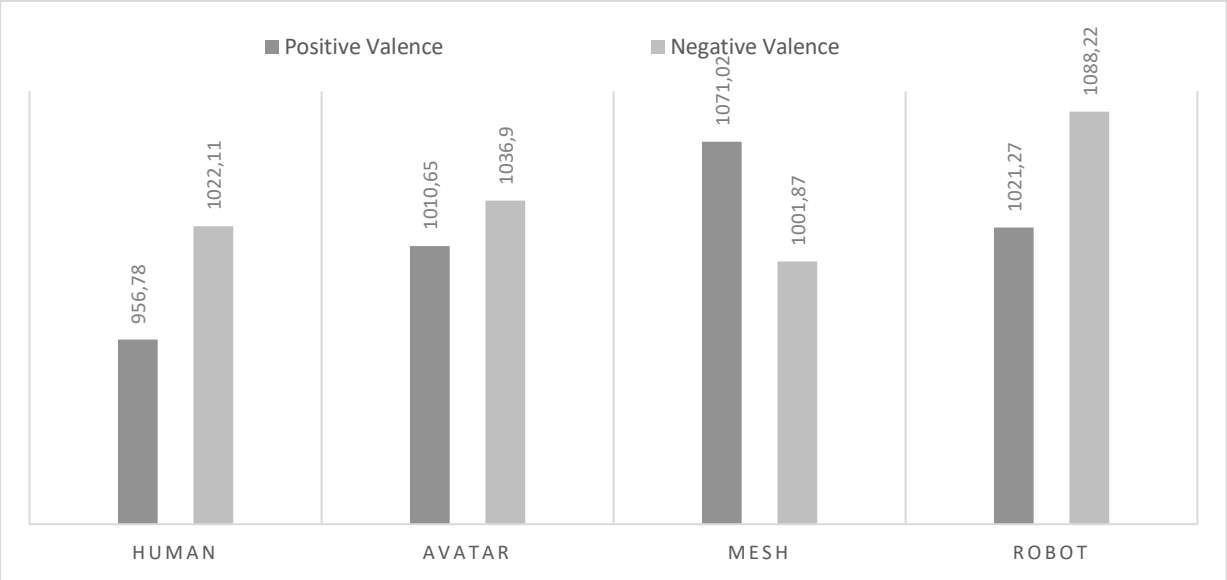


Fig. 3 *– Means of Response time for valence for each type of face*

Comparison means showed that participants needed more time to determine negative valence of human (Z = -3.201, p = 0.001, d = 0.322) and robot faces (Z = -2.470, p = 0.014, d = 0.251). However, they needed lesser time to determine negative valence of mesh faces (Z = -2.302, p = 0.021, d = 0.266) (figure 3). Regarding the percentage of correct responses (figure 2), there was a significant difference for Mesh. Participants recognized positive valence expressions lesser (Z = -4.577, p = 0.000, d = 0.622).

b. <u>Comparison according to the type of face for each valence</u>

Friedman test on response time and percentage of correct Response scores revealed a difference between the types of the face for response time (M = 1014.93, SD = 253.00; $\chi 2r$ = 10.475, p = 0.015) and the percentage of correct responses (M = 91.91, SD = 17.91; $\chi 2r$ = 14.066, p = 0.003) for positive valence expression, and only for the percentage of correct responses (M = 95.30, SD = 9.35 ; $\chi 2r$ = 14.798, p = 0.002) for negative valence expression.

Positive valence

For positive valence expressions, the participants took lesser time to differentiate the emotional valence of the human face compared to Mesh and Robot type of face (table 1). There was no difference with the avatar. Participants needed more time to respond for mesh face in comparison to the avatar, but they needed equivalent time in comparison to the robot. Regarding the percentage of correct Responses in positive valence expression, participants made more mistakes for mesh face in comparison to the other types of faces ($Z_{human/mesh}$: -3.537, p = 0.000, d = 0.457 / $Z_{avatar/mesh}$ = -3.621, p = 0.000, d = 0.508 / $Z_{mesh/robot}$ = -2.258, p = 0.024, d = 0.316). For other faces, participants had equivalent performance ($Z_{human/avatar}$ = -0.210, p = 0.834, d = 0.0488/ $Z_{human/robot}$ = -1.661, p = 0.097, d = 0.152 / $Z_{avatar/robot}$ = -1.551, p = 0.121, d = 0.205).

i. Negative valence

For the percentage of correct responses in the negative valence expression, participants made more mistakes for mesh face in comparison to the other types of faces ($Z_{human/mesh}$: -3.250, p = 0.001, d = 0.219 / $Z_{avatar/mesh}$ = -3.018, p = 0.003, d = 0.239 / $Z_{mesh/robot}$ = -3.155, p = 0.002, d = 0.360). For other faces, participants had an equivalent performance ($Z_{human/avatar}$ = -0.815, p = 0.415, d = 0.010 / $Z_{human/robot}$ = -0.577, p = 0.564, d = 0.189/ $Z_{avatar/robot}$ = -0.570, p = 0.569, d = 0.185).

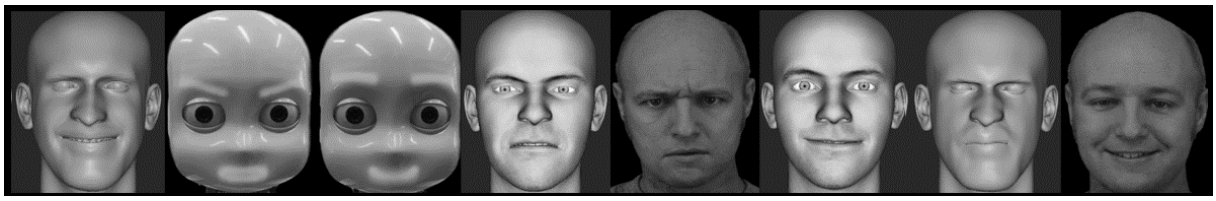


Fig. 4 *– Ranking of faces from worst to best performance in recognition of the valence of emotion (positive mesh, negative robot, positive robot, negative avatar, negative human, positive avatar, negative mesh, positive human)*

Discussion

The results of our study comply with literature. Indeed, our results show the fastest Response for human faces in comparison to other faces. Moreover, the results show the fastest recognition of positive facial expressions in comparison to negative facial expressions. According to Leppanen & Hietanen, (2004), humans recognize positive facial expressions faster than negative facial expressions because positive expressions are characterized by obvious and unique characteristics such as the smile (Adolphs et al., 2002). Negative expression requires an in-depth analysis of facial traits. Another interesting finding was that the recognition of expression among avatars did not differ from the recognition of expressions among human

faces. Similar results have been shown in previous studies. Expressions of the virtual face are as well recognized as those of natural faces (Spencer-Smith et al., 2001). Moreover, both activate the amygdala in the brain (Dyck et al., 2008). These results reflect habituation of human traits which facilitates their understanding. This could explain why we find opposite results with less "human" faces. Indeed, our study shows slower responses for avatars compared to responses given for human faces. More particularly, the discrimination of positive expressions requires significantly more time for robot faces than human faces. Even if humans tend to attribute human traits to robots (Breazeal, 2003; Wendt & Berg, 2009), other studies show that these faces are still perceived differently from human faces. It all depends on the human characteristics of the robot's face; the more anthropomorphic it is, the easier it will be to recognize its expressions (Raffard et al., 2016). We can, therefore, imagine that the more robots share common features with us, the more natural the communication, which would be a good sign for the acceptance of social robots (Wendt & Berg, 2009). Studies using iClub's face, like us, have found similar results: participants respond more quickly to negative valence expressions than to positive valence expressions (Pais et al., 2013). These results are consistent with a recent meta-analysis conducted by Nummenmaa and Calvo, (2015) which showed that happy faces are better recognized in photographs whereas angry/sad faces are recognized better in schematic faces. This notion seems to be the explanatory key of the results obtained for the "mesh" face. Indeed, negative emotions were identified faster than positive emotions. Some studies have shown that when a face is ambiguous it is attributed to a more negative valence than when it is less ambiguous (Cheetham et al., 2015; Lazzeri et al., 2015). This may be why we obtained a lesser number of correct responses for this face type. Participants interpret it more negatively and attribute a negative valence even for expressions with a positive valence. Authors explain this tendency by our innate predisposition to treat strangers with caution (Zajonc, 1998). Moreover, the skin reflects our identity, health care, and other individual characteristics (Alkawaz & Basori, 2012). This is what makes us human, and warm. For example, the lack of wrinkles affects emotion perception and recognition (Milcent et al., 2019). We can assume that the Mesh stimulus does not allow the collection of relevant information. It would then be considered as an ambiguous stimulus treated negatively by the participants. The realism needed to ward off the ambiguity of facial expressions may lead to the Uncanny Valley issue. There comes a time when if the agent looks too similar while retaining certain flaws, these appear to be particularly monstrous and disturbing, as when observing a zombie, for example. The degree of familiarity contrasts too starkly with the flaws that remind us that the agent is not a living being when human behavior is expected from him. However, beyond this

valley, familiarity reaches a second peak and humanoids are accepted again. This theory, although controversial, has had a huge impact on robotics and 3D animation. Designers are advised not to attempt to reach the second familiarity peak present after the Uncanny Valley given the risk of not reaching it (MacDorman, 2019) It is because they do not claim to reach the second peak that the avatars presented in our study were able to achieve such good results. Identifying them as a humanoid agent was enough to understand them and interpret their facial expressions. This maintained a relevant degree of affinity and familiarity. Use of this type of face seems relevant for social skills training or every training with non-human agents. Individuals recognize and understand these agents as well as human faces. Moreover, clinical populations with social cognition deficit show altered recognition skill of avatars' emotions (Dyck et al., 2010). That makes non-human agents very good training tools, like avatars (Joyal et al., 2014). Their use makes it possible to have training environments very close to the natural environments known to the patient. Despite poorer performance for mesh faces, these faces allow better recognition of negative emotions. Their poor global score is due to difficulties in identifying positive emotions. In contrast, negative emotions are much better and much faster recognized than on other types of faces. This type of face is not to be banned and could be useful for other therapeutic purposes. For example, this type of face can be used to increase the difficulty in an exposure exercise for patients with social anxiety. Once again, this is proof that there is no point in pushing realism to extremes in virtual reality to achieve interesting environmental and social immersion.

Limitations

Our study still has some limitations. We would have liked more males to participate in order to balance the sample. It has been repeatedly proven (see Lawrence et al., 2015) that women tend to identify emotions better than men. A higher proportion of men would have made it possible to obtain more generalizable results for the general population. In addition, recruiting participants among first year students made our sample young. However, a difference in abilities has been shown in the identification of emotions according to age. For example, Mill et al., (2009) have shown that older individuals recognize negative emotions (sadness and anger) less accurately than younger individuals. Another limitation is that our study involves photos. By definition, images are static, and certain emotions may be more difficult to identify in this manner. We know for example that in robots, certain emotions (anger, disgust, fear) are better recognized when they are physically present compared to when displayed on a screen (Lazzeri, et al., 2015). To overcome this absence of physical reality, the same virtual reality

assessment could be relevant to have a situation closer to a real physical encounter. Thus, the sense of presence and the sense of social presence generated by the different types of faces could be measured, informing us of their understanding by the subjects.

With respect to the clinical implications and therapeutic objectives, it may be interesting to test these stimuli on a clinical population in order to observe if the results are similar so as to adapt the therapeutic tools.

Conclusion

Our research has raised important points: Emotion recognition requires similar processing time or human and avatar faces. On the other hand, as soon as these faces are too ambiguous or schematic, our capacities are diminished. Theories about the Uncanny Valley also explain that too much realism of virtual or robotic faces is a guarantee of unpleasant impression. It therefore seems essential to take these results into account while using virtual therapies, for example. A realistic avatar that evokes an unpleasant sensation may not have the desired effect. It is therefore advisable to prefer the use of an avatar but one which retains features of virtual characters in order to promote a sense of presence essential to digital therapies, as well as to avoid the generation of negative sensations. In virtual reality, graphic realism is not a sine qua non condition for the sense of presence for which, in technical terms, material comfort and a sense of familiarity are enough (Sjölie, 2012).

Acknowledgments

We are grateful to the Provence-Alpes-Côte d'Azur Regional Council for his financial support. Thanks to Vrutti Joshi, psychologist, for her proof reading and help for writing process.

Declarations of interest

The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Bibliography

Adolphs, R. (1999). Social cognition and the human brain. Trends in Cognitive Sciences, 3(12), 11.

Adolphs, R., Baron-Cohen, S., & Tranel, D. (2002). Impaired Recognition of Social Emotions following Amygdala Damage. Journal of Cognitive Neuroscience, 14(8), 1264-1274. https://doi.org/10.1162/089892902760807258

Alkawaz, M. H., & Basori, A. H. (2012). The effect of emotional colour on creating realistic expression of avatar. Proceedings of the 11th ACM SIGGRAPH International Conference on Virtual-Reality Continuum and Its Applications in Industry - VRCAI '12, 143. https://doi.org/10.1145/2407516.2407555

Bailenson, J. N., Blascovich, J., Beall, A. C., & Loomis, J. M. (2003). Interpersonal Distance in Immersive Virtual Environments. Personality and Social Psychology Bulletin, 29(7), 819-833. https://doi.org/10.1177/0146167203029007002

Beck, A. T., Steer, R. A., Ball, R., & Ranieri, W. F. (1996). Comparison of Beck Depression Inventories-IA and-II in Psychiatric Outpatients. Journal of Personality Assessment, 67(3), 588-597. https://doi.org/10.1207/s15327752jpa6703_13

Biocca, F., Harms, C., & Burgoon, J. K. (2003). Toward a More Robust Theory and Measure of Social Presence : Review and Suggested Criteria. In Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 456–480.

Breazeal, C. (2003). Emotion and sociable humanoid robots. International Journal of Human-Computer Studies, 59(1-2), 119-155. https://doi.org/10.1016/S1071-5819(03)00018-1

Cheetham, M., Wu, L., Pauli, P., & Jancke, L. (2015). Arousal, valence, and the uncanny valley : Psychophysiological and self-report findings. Frontiers in Psychology, 6. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00981

Churamani, N., Cruz, F., Griffiths, S., & Barros, P. (2016). iCub : Learning Emotion Expressions using Human Reward.

Dubal, S., Foucher, A., Jouvent, R., & Nadel, J. (2011). Human brain spots emotion in non humanoid robots. Social Cognitive and Affective Neuroscience, 6(1), 90-97. https://doi.org/10.1093/scan/nsq019

Dyck, M., Winbeck, M., Leiberg, S., Chen, Y., Gur, R. C., & Mathiak, K. (2008). Recognition Profile of Emotions in Natural and Virtual Faces. PLOS ONE, 3(11), e3628. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0003628

Dyck, M., Winbeck, M., Leiberg, S., Chen, Y., & Mathiak, K. (2010). Virtual faces as a tool to study emotion recognition deficits in schizophrenia. Psychiatry Research, 179(3), 247-252. https://doi.org/10.1016/j.psychres.2009.11.004

Ekman, P. (1993). Facial expression and emotion. American Psychologist, 48(4), 384-392. https://doi.org/10.1037/0003-066X.48.4.384

Eyssel, F., Hegel, F., Horstmann, G., & Wagner, C. (2010). Anthropomorphic inferences from emotional nonverbal cues : A case study. 19th International Symposium in Robot and Human Interactive Communication, 646-651. https://doi.org/10.1109/ROMAN.2010.5598687

Frith, C. (2009). Role of facial expressions in social interactions. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 364(1535), 3453-3458. https://doi.org/10.1098/rstb.2009.0142

Hall, J., Tritton, T., Rowe, A., Pipe, A., Melhuish, C., & Leonards, U. (2014). Perception of own and robot engagement in human–robot interactions and their dependence on robotics knowledge. Robotics and Autonomous Systems, 62(3), 392-399. https://doi.org/10.1016/j.robot.2013.09.012

Hortensius, R., Hekele, F., & Cross, E. S. (2018). The Perception of Emotion in Artificial Agents. IEEE Transactions on Cognitive and Developmental Systems, 10(4), 852-864. https://doi.org/10.1109/TCDS.2018.2826921

Jack, R. E., & Schyns, P. G. (2017). Toward a Social Psychophysics of Face Communication. Annual Review of Psychology, 68(1), 269-297. https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010416-044242

Joyal, C. C., Jacob, L., Cigna, M.-H., Guay, J.-P., & Renaud, P. (2014). Virtual Faces Expressing Emotions : An Initial Concomitant and Construct Validity Study. Frontiers in Human Neuroscience, 8. https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00787

Kahn Jr., P. H., Kanda, T., Ishiguro, H., Freier, N. G., Severson, R. L., Gill, B. T., Ruckert, J. H., & Shen, S. (2012). “Robovie, you’ll have to go into the closet now” : Children’s social and

moral relationships with a humanoid robot. Developmental Psychology, 48(2), 303-314. https://doi.org/10.1037/a0027033

Lawrence, K., Campbell, R., & Skuse, D. (2015). Age, gender, and puberty influence the development of facial emotion recognition. Frontiers in Psychology, 6. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00761

Lazzeri, N., Mazzei, D., Greco, A., Rotesi, A., Lanatà, A., & De Rossi, D. E. (2015). Can a Humanoid Face be Expressive? A Psychophysiological Investigation. Frontiers in Bioengineering and Biotechnology, 3. https://doi.org/10.3389/fbioe.2015.00064

Leppänen, J. M., & Hietanen, J. K. (2004). Positive facial expressions are recognized faster than negative facial expressions, but why? Psychological Research Psychologische Forschung, 69(1-2), 22-29. https://doi.org/10.1007/s00426-003-0157-2

Liebowitz, M. R. (1987). Social phobia. Modern Problems of Pharmacopsychiatry, 22, 141-173. https://doi.org/10.1159/000414022

MacDorman, K. F. (2019). La Vallée de l'Étrange de Mori Masahiro : Importance et impact sur l'esthétique et la conception des robots. e-Phaïstos, VII-2. https://doi.org/10.4000/ephaistos.5333

Milcent, A.-S., Geslin, E., Kadri, A., & Richir, S. (2019). Expressive Virtual Human : Impact of expressive wrinkles and pupillary size on emotion recognition. Proceedings of the 19th ACM International Conference on Intelligent Virtual Agents, 215–217. https://doi.org/10.1145/3308532.3329446

Mill, A., Allik, J., Realo, A., & Valk, R. (2009). Age-related differences in emotion recognition ability : A cross-sectional study. Emotion, 9(5), 619-630. https://doi.org/10.1037/a0016562

Mori, M. (1970). Bukimi no tani [the uncanny valley]. Energy, 7, 33-35.

Moser, E., Derntl, B., Robinson, S., Fink, B., Gur, R. C., & 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. https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2006.10.016

Nummenmaa, L., & Calvo, M. G. (2015). Dissociation between recognition and detection advantage for facial expressions : A meta-analysis. Emotion, 15(2), 243-256. https://doi.org/10.1037/emo0000042

Oberman, L. M., Winkielman, P., & Ramachandran, V. S. (2007). Face to face : Blocking facial mimicry can selectively impair recognition of emotional expressions. Social Neuroscience, 2(3-4), 167-178. https://doi.org/10.1080/17470910701391943

Oztop, E., Franklin, D. W., Chaminade, T., & Cheng, G. (2005). G. : Human–humanoid interaction: Is a humanoid robot perceived as a human? Int. J. Hum. Robot, 537–559.

Pais, A. L., Argall, B. D., & Billard, A. G. (2013). Assessing Interaction Dynamics in the Context of Robot Programming by Demonstration. International Journal of Social Robotics, 5(4), 477-490. https://doi.org/10.1007/s12369-013-0204-0

Pertaub, D.-P., Slater, M., & Barker, C. (2001). An experiment on fear of public speaking in virtual reality : (705412011-025) [Data set]. American Psychological Association. https://doi.org/10.1037/e705412011-025

Raffard, S., Bortolon, C., Khoramshahi, M., Salesse, R. N., Burca, M., Marin, L., Bardy, B. G., Billard, A., Macioce, V., & Capdevielle, D. (2016). Humanoid robots versus humans : How is emotional valence of facial expressions recognized by individuals with schizophrenia? An exploratory study. Schizophrenia Research, 176(2), 506-513. https://doi.org/10.1016/j.schres.2016.06.001

Seyama, J., & Nagayama, R. (2007). The Uncanny Valley : Effect of Realism on the Impression of Artificial Human Faces. Presence, 16, 337-351. https://doi.org/10.1162/pres.16.4.337

Sjölie, D. (2012). Presence and general principles of brain function. Interacting with Computers, 24(4 SI), 193-202.

Spencer-Smith, J., Wild, H., Innes-Ker, Å. H., Townsend, J., Duffy, C., Edwards, C., Ervin, K., Merritt, N., & Pair, J. W. (2001). Making faces : Creating three-dimensional parameterized models of facial expression. Behavior Research Methods, Instruments, & Computers, 33(2), 115-123. https://doi.org/10.3758/BF03195356

Spielberger, C. D. (1983). Manual for the State-Trait Anxiety Inventory STAI (Form Y) (« Self-Evaluation Questionnaire »). http://ubir.buffalo.edu/xmlui/handle/10477/1873

Todorov, A., Olivola, C. Y., Dotsch, R., & Mende-Siedlecki, P. (2015). Social Attributions from Faces : Determinants, Consequences, Accuracy, and Functional Significance. Annual Review of Psychology, 66(1), 519-545. https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143831

Wendt, C. S., & Berg, G. (2009). Nonverbal humor as a new dimension of HRI. RO-MAN 2009 - The 18th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication, 183-188. https://doi.org/10.1109/ROMAN.2009.5326230

Zajonc, R. B. (1998). Emotions. In The handbook of social psychology, Vols. 1-2, 4th ed (p. 591-632). McGraw-Hill.

Cette étude montre que nous sommes capables d'identifier la valence des émotions de visages virtuels (avatars) aussi bien et aussi vite que sur des visages humains. De la même façon que pour les visages humains, cette étude montre que nous avons tendance à reconnaitre plus rapidement les expressions faciales à valence positive grâce à leur caractéristique évidente qu'est le sourire. Ces résultats sont possibles car les avatars aujourd'hui ressemblent de plus en plus à des humains. Notre familiarisation avec les traits humains, et la possibilité de les retrouver dans des visages virtuels, permet de faciliter l'identification des expressions du visage et des intentions en terme de valence.

Car en effet, nous avons également montré que plus le visage s'éloignait d'un aspect « humain » plus les performances s'effondraient. Plus particulièrement, pour les visages robotiques, la discrimination des expressions positives nécessite plus de temps que pour les visages humains. Mais dès qu'ils gagnent des traits humains, il est plus facile de reconnaitre les émotions qu'ils manifestent. Nous avons trouvé des résultats opposés concernant la reconnaissance des émotions négatives qui s'est fait de façon plus rapide sur les visages robotiques et « mesh » que sur les visages humains. Il semblerait que ce type de visage soit trop schématique, ou trop ambigu pour permettre une reconnaissance proche de celle des visages humains.

Pour conclure, bien que tous les types de visages, qu'ils soient humains, artificiels, robotiques, virtuels, dessinés, schématiques ou géométriques, sont acceptés comme visages par le système visuel humain, il reste nécessaire d'adapter l'apparence physique des robots et autres agents, en tenant compte de l'impact émotionnel et psychologique qu'elle peut avoir sur l'homme. Il est donc nécessaire de trouver un équilibre entre un visage schématique, anthropomorphe et ultra réaliste pour permettre la communication et la coopération sociale dans les différents domaines d'utilisation des agents virtuels (formation, loisirs, thérapies). Il semble donc indispensable de prendre en compte ces résultats lors de l'utilisation de thérapies virtuelles par exemple. Un avatar réaliste qui inspire une sensation désagréable (c.f. la vallée de l'étrange) peut ne pas avoir l'effet souhaité. Il convient donc de privilégier l'utilisation d'un avatar mais qui conserve les caractéristiques d'un personnage virtuel afin de ne pas briser un sentiment de présence et un sentiment de présence sociale indispensables aux thérapies numériques, ou de ne pas générer d'émotions négatives indésirables. En réalité virtuelle, le réalisme graphique n'est pas une condition sine qua non du sentiment de présence pour lequel, en termes techniques, le confort matériel et le sentiment de familiarité suffisent.

Manipulation du sentiment de présence perçu en réalité virtuelle grâce à l'amorçage d'un contexte familier

En réalité virtuelle, le concept de présence fait référence au sentiment d'être dans le monde virtuel plus que dans le monde physique dans lequel se trouve le corps. Quel que soit le domaine dans lequel la RV est utilisée (par exemple les loisirs, la formation, la thérapie), il est essentiel de s'intéresser à la qualité du sentiment de présence. Le sentiment de présence permet aux utilisateurs d'avoir des émotions, des pensées ou des comportements similaires à ceux d'un environnement non synthétique. Il permet de transférer les apprentissages fait en RV dans la vie réelle (Viaud-Delmon, 2007), de réduire le cyber-malaise qui est un obstacle potentiel à la thérapie en RV (Witmer & Singer, 1998), de rendre l'expérience engageante (Mantovani et al., 2003) ce qui augmente la motivation (Heeter, 2003a) et l'engagement thérapeutique (Lambrey et al., 2010) qui sont des facteurs favorisant la réussite thérapeutique. De plus, le sentiment de présence est lié à la qualité technique de l'immersion (Baños et al., 1999; Kim et al., 2017; Waltemate et al., 2018; Wideström et al., 2000). Cependant, pour une qualité d'immersion similaire, les utilisateurs ne bénéficieront pas du même degré de présence. En effet, le sentiment de présence est dépendant des caractéristiques individuelles internes comme les dimensions émotionnelle (niveau d'anxiété) et cognitive (processus d'attention et de mémoire) (Razzaque et al., 2002; Giuseppe Riva et al., 2007; Robillard et al., 2003). Plusieurs facteurs cognitifs peuvent influencer la présence comme l'attention (Razzaque et al., 2002), l'absorption (Baños et al., 1999) ou la mémoire. Le processus de mémoire affecte notamment le sentiment de présence en activant le sentiment de familiarité. Le sentiment de familiarité correspond au degré de synchronisation entre l'environnement et la réalité mentale subjective (nos attentes vis-à-vis de l'environnement) (Sjölie, 2012). Le rappel de la mémoire épisodique conduit à réactiver le contexte spatial de l'événement rappelé, ce qui le rend plus disponible en mémoire et permet aux cognitions de compenser les écarts entre la réalité (les attentes) et l'environnement. Ce processus entraînerait une augmentation du sentiment de présence pendant l'immersion (Heeter, 1992; Riches et al., 2019). L'amorçage contextuel, se reposant sur les mêmes bases que le sentiment de familiarité, il pourrait être un allié intéressant pour favoriser un sentiment de familiarité. Malheureusement, l'amorçage appliqué à la réalité virtuelle n'est pas vraiment étudié. Seuls certains auteurs ont tenté d'améliorer le sentiment de présence en amorçant un contexte narratif avant l'immersion. C'est le cas de Gorini et ses collaborateurs (2011). Dans cette étude, les participants amorcés avec un cadre narratif contextuel ont présenté un score significativement plus élevé sur les questionnaires de présence et une fréquence cardiaque plus élevée que le groupe témoin. Ces résultats nous encouragent à croire que l'utilisation de l'amorçage contextuel pourrait augmenter le sentiment de présence. L'utilisation de l'amorçage activerait des indices en mémoire permettant de stimuler le sentiment de familiarité

(environnement virtuel familier avec le contexte amorcé) que l'utilisateur essaierait d'associer à sa perception de l'environnement pour limiter les incohérences. Nunez et Blake (2003) ont révélé que l'amorçage conceptuel agit comme un contexte dans lequel l'immersion peut se produire. L'amorçage, en interaction avec la qualité de l'environnement, pourrait influencer le sentiment de présence. Selon les auteurs, les souvenirs d'expériences antérieures dans des situations similaires ont facilité l'interprétation de l'environnement. Par conséquent, l'amorçage pourrait être une variable modératrice du sentiment de présence en agissant sur la cognition de l'utilisateur.

Cette étude vise à étudier l'impact de l'amorçage contextuel sur le sentiment de présence dans un environnement virtuel par l'activation d'un sentiment de familiarité. La combinaison de l'amorçage et de la réalité virtuelle pourrait apporter de nouvelles considérations pour renforcer le sentiment de présence et, ainsi, le succès thérapeutique.

Etude 2: *Contextual familiarity to increase the sense of presence in virtual reality: Exploratory study*

Submitted as :

Cerda, L., Fauvarque, A., Graziani, P., Del-Monte, J. (Under Review). Contextual familiarity to increase the sense of presence in virtual reality: Exploratory study. *Virtual Reality*.

Abstract

Background and objectives: Sense of presence plays an essential role in realistic answers in virtual reality and is, therefore, relevant to promote. Prior studies suggest that a relationship exists between familiarity and presence through the memory process. Indeed, the recall of memories could reactivate the mental state and emotions associated with their context. The present study thus examined the effectiveness of familiar contextual priming in enhancing the sense of presence in a virtual environment.

Methods: The reading of an article primed participants. In the familiar priming condition, the article consisted of a description of the university, place well-known by the participants and relating to the virtual environment used subsequently. In the neutral condition, the article dealt with the organization of household chores. After the reading, the researcher immersed participants in a virtual classroom and had to discuss the article for three minutes. Finally, participants were invited to complete several questionnaires.

Results: Participants in the familiar priming condition reported a higher sense of presence during the virtual task than participants in the neutral priming group, especially regarding reality judgment.

Conclusion: These findings suggest that contextual priming can promote a sense of presence through the activation of familiarity.

Keywords: virtual reality; the sense of presence; priming; contextual priming; the sense of familiarity

Introduction

In virtual reality (VR), the concept of presence refers to the feeling of being in the virtual world as if it was real. Whatever the field in which VR is used (i.e., leisure, training, therapy), be interested in the quality of sense of presence is essential. Sense of presence allows users to have similar emotions, thoughts, or behavior than in a non-synthetic environment. Sense of presence enables to transfer learnings in real life (Viaud-Delmon, 2007), reduce cybersickness which is a potential obstacle to therapy in VR (Witmer & Singer, 1998), make the experience engaging (Mantovani et al., 2003) which increases motivation (Heeter, 2003a) and commitment to therapy (Lambrey et al., 2010) which are factors favoring therapeutic success. The sense of presence is linked to the technical quality of immersion (Kim et al., 2017; Waltemate et al., 2018; Wideström et al., 2000). But it also depends on internal factors like emotional (anxiety level) and cognitive (attentional and memory processes) dimensions (Baños et al., 1999; Razzaque et al., 2002; Giuseppe Riva et al., 2007; Robillard et al., 2003). However, for a similar quality of immersion, users will not enjoy a same degree of presence. Several cognitive factors can influence the presence like attention (Razzaque et al., 2002), absorption (Baños et al., 1999), or memory. The memory process notably affects the sense of presence by activating the sense of familiarity. The sense of familiarity corresponds to the degree of synchronization between the environment and subjective mental reality (our expectations regarding the environment) (Sjölie, 2012). The recall of episodic memory leads to reactivate the spatial context of the recalled event. This recall favors the process of learning a new event (Macri et al., 2018; Schacter et al., 2007) in this familiar context. This process would achieve an increase of SP during immersion (Heeter, 1992; Riches et al., 2019). The contextual priming could be a research line to promote a sense of familiarity.

The priming of a context applied to virtual reality is not studied. Some authors tried enhancing the sense of presence by priming a narrative context before immersion (Gorini et al., 2011). In this study, participants primed with a contextual narrative framework presented a significantly higher score on the presence questionnaires and a higher heart rate than the control group. Therefore, using contextual priming could increase the sense of presence. It affects the mental state of an individual. The use of priming would activate patterns that the user tries to associate with his perception of the environment to limit inconsistencies. Nunez and Blake (2003) revealed that conceptual priming acts as a context in which the immersion can occur. Priming, in interaction with environmental quality, could influence the sense of presence. According to

the authors, memories of previous experiences in similar situations inferred the interpretation of environment. Therefore, priming could be a moderating variable of the sense of presence by acting on the user's cognition.

This study aimed to investigate the impact of contextual priming on a virtual environment's sense of presence through the activation of a familiar context. The combination of priming and virtual reality could take on board new considerations to enhance the sense of presence and, thus, therapeutic success.

Material and methods

Participants

Forty undergraduate students of Nîmes University are volunteers. The sample was predominantly female (82.5%) young (M= 21.00, SD = 4.51) and educated (Mean = 12.45, SD = 1.09). We excluded candidates suffering from a psychotic disorder, substance abuse, major visual disturbance or epilepsy. For all subjects, level of depressive symptoms was assessed with the Beck Depression Inventory-II (BDI-II; Beck et al., 1998), anxiety using State-Trait Anxiety Inventory (STAI, Spielberger, 1983) and social anxiety using the Liebowitz-Social-Anxiéty-Scale (LSAS; Liebowitz, 1987). These spheres are evaluated as possible confounding variables, and allow us to be sure that our groups are similar across all clinical variables. After a complete description of the study to the participants, written informed consent was obtained.

Material

VR material

Equipment

HMD (Head Mounted Display) used is an HTC Vive with a 3.5”, 90Hz screen, and a 2160 x 1200 pixels resolution.

V*irtual Environment*

We used a virtual environment by C2Care© proposed in C2Care Phobia section. This is an environment used for school phobia. It represents a classic French classroom full of student and a professor in the front row. In this calm condition (software propose different condition of calm) student watching participant, and had a neutral non-verbal behavior. Some of them writing, others listening intensively. In this environment, the participant cannot see his proper

body but can look around him to see the rest of the classroom. The virtual environment is a 360° video. The environment recreate a common student situation where the user is a student who makes a presentation in front of the rest of the class. We chose this environment because the class represented looks like the classrooms of participants' university.

Fig 1. C2Care environment

Measurement

State-Trait Anxiety Inventory (STAI; Spielberger 1983)

The STAI is a widely used instrument for measuring general subject's trait anxiety and current anxiety state. Only the current anxiety state part was used before and after the experiment.

Presence and Reality Judgement Questionnaire (Banos et al., 2005)

It is an instrument for measuring the sense of presence. The Presence and Reality Judgement Questionnaire (PRJQ) is a self-applied questionnaire with 36-items based on two concepts: (1) the sense of presence and (2) the judgment of reality. This is a reduced version of the original questionnaire developed by Baños et al. (2005). We used a reduced version of thirty-six items of the questionnaire. The used version is a French-language version translated by the Laboratoire de Cyberpsychologie de l'UQO. The researchers of the Cyberpsychology Laboratory obtained Five subscales: emotional implication (how subjects feel emotionally involved in virtual experience), the sense of presence and judgment of realism (realism attributed to virtual experience), interaction and external correspondence (subject's ability to transform intentions into VR action), the influence of formal variables in the sense of presence and judgment of realism (the extent to which sounds and the quality of sounds and images allow the user to have an experience that seems real to him and to experience a sense of presence) and, satisfaction with the experience.

Social Presence measure

We used a social presence scale exploited by Sallnäs (2005) inspired by Short et al., (1976). The first five questions were the same as the questions used by Short et al. (1976). Scale presents five pair of adjectives: personal/impersonal, cold/warm, unsocial/social, pleasant/unpleasant, negative/positive. Subject had to rate each group of adjectives according to his impression about avatar. Rates are from 1 to 7. 1 correspond to the left adjective, and 7 to the right adjectives. Sallnäs includes eight items from the social presence theory. The aim was to measure to what extent persons felt they were socially present, to what extent they comprehended the other person's intentions, emotions, and reactions, and to what extent they felt the other person perceived their reactions. The present social presence measure comprise a bipolar 7-point scale of thirteen questions.

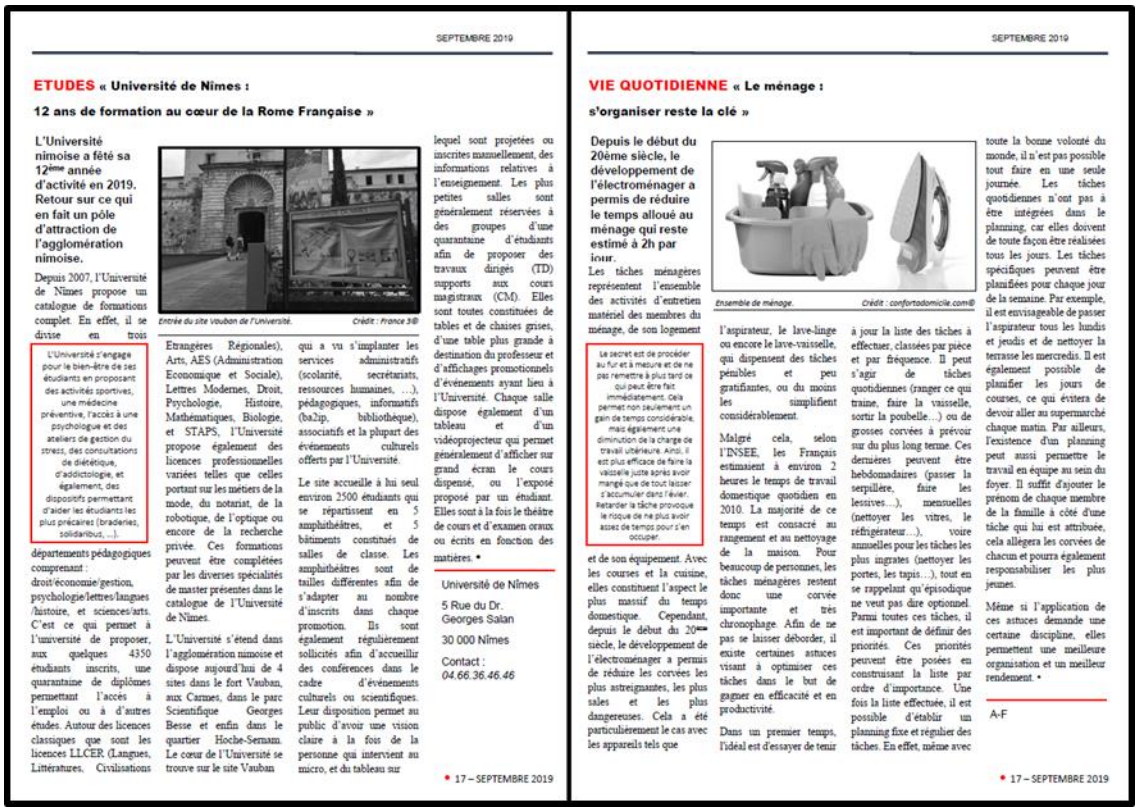
Heart rate measurements

The heart rate was measured with a pulse oximeter UrgoFeel four times. First time at rest, once when the participant had the HMD and the environment was played, once after 1 minute 30, and the last time after 3 minutes at the end of the experiment.

Contextual priming

Two articles were used as contextual priming. The first article is a familiar contextual priming article. It is presented as a local newspaper article for the university's birthday. The article talks about the university and its courses. Then a technical detail is made. For example, there is a description of the classrooms. The report insists on elements similar to those of our virtual environment "They (classrooms) are all constituted of grey tables and chairs, a more massive table for the teacher and promotional displays of events taking place at the University. " or "Each room, besides, has a table and a video projector which typically allows the course or the lecture of a student, to be displayed on a large screen." In this way, the article contextualizes the virtual environment. The virtual classroom seems to be part of the university, and the place becomes more familiar for student participants of the university and external participants.

The second article deals with a more neutral subject: housework. It offers tips for complete household chores efficiently. "Specific tasks can be scheduled for each day of the week. For example, it is possible to vacuum every Monday and Thursday and clean the terrace on Wednesdays. ". The article includes no link with the virtual environment presented. The two articles are aesthetically similar and have the same length (fig. 2)



SEPTEMBRE 2019

ETUDES « Université de Nîmes :

12 ans de formation au cœur de la Rome Française »

L'Université nimoise a fêté sa 12ème année d'activité en 2019. Retour sur ce qui en fait un pôle d'attraction de l'agglomération nimoise.

Depuis 2007, l'Université de Nîmes propose un catalogue de formations complet. En effet, il se divise en trois

L'Université s'engage pour le bien-être de ses étudiants en proposant des activités sportives, une médecine préventive, l'accès à une psychologue et des ateliers de gestion du stress, des consultations de diététique, d'addictologie, et également, des dispositifs permettant d'aider les étudiants les plus précaires (braderies, solidaribus, ...).

départements pédagogiques comprenant : droit/économie/gestion, psychologie/lettres/langues /histoire, et sciences/arts. C'est ce qui permet à l'université de proposer, aux quelques 4350 étudiants inscrits, une quarantaine de diplômes permettant l'accès à l'emplois ou à d'autres études. Autour des licences classiques que sont les licences LLCER (Langues, Littératures, Civilisations Etrangères Régionales), Arts, AES (Administration Economique et Sociale), Lettres Modernes, Droit, Psychologie, Histoire, Mathematiques, Biologie, et STAPS, l'Université propose également des licences professionnelles variées telles que celles portant sur les métiers de la mode, du notariat, de la robotique, de l'optique ou encore de la recherche privée. Ces formations peuvent être complétées par les diverses spécialités de master présentes dans le catalogue de l'Université de Nîmes.

Entrée du site Vauban de l'Université. Crédit : France 3®

L'Université s'étend dans l'agglomération nimoise et dispose aujourd'hui de 4 sites dans le fort Vauban, aux Carmes, dans le parc Scientifique Georges Besse et enfin dans le quartier Hoche-Sernam. Le cœur de l'Université se trouve sur le site Vauban qui a vu s'implanter les services administratifs (scolarité, secrétariats, ressources humaines, ...), pédagogiques, informatifs (ba2ip, bibliothèque), associatifs et la plupart des événements culturels offerts par l'Université.

Le site accueille à lui seul environ 2500 étudiants qui se répartissent en 5 amphithéâtres, et 5 bâtiments constitués de salles de classe. Les amphithéâtres sont de tailles différentes afin de s'adapter au nombre d'inscrits dans chaque promotion. Ils sont également régulièrement sollicités afin d'accueillir des conférences dans le cadre d'événements culturels ou scientifiques. Leur disposition permet au public d'avoir une vision claire à la fois de la personne qui intervient au micro, et du tableau sur lequel sont projetées ou inscrites manuellement, des informations relatives à l'enseignement. Les plus petites salles sont généralement réservées à des groupes d'une quarantaine d'étudiants afin de proposer des travaux dirigés (TD) supports aux cours magistraux (CM). Elles sont toutes constituées de tables et de chaises grises, d'une table plus grande à destination du professeur et d'affichages promotionnels d'événements ayant lieu à l'Université. Chaque salle dispose également d'un tableau et d'un vidéoprojecteur qui permet généralement d'afficher sur grand écran le cours dispensé, ou l'exposé proposé par un étudiant. Elles sont à la fois le théâtre de cours et d'examen oraux ou écrits en fonction des matières. •

Université de Nîmes

5 Rue du Dr. Georges Salan

30 000 Nîmes

Contact : *04.66.36.46.46*

• 17 – SEPTEMBRE 2019

SEPTEMBRE 2019

VIE QUOTIDIENNE « Le ménage : s'organiser reste la clé »

Depuis le début du 20ème siècle, le développement de l'électroménager a permis de réduire le temps alloué au ménage qui reste estimé à 2h par jour.

Les tâches ménagères représentent l'ensemble des activités d'entretien matériel des membres du ménage, de son logement

Le secret est de procéder au fur et à mesure et de ne pas remettre à plus tard ce qui peut être fait immédiatement. Cela permet non seulement un gain de temps considérable, mais également une diminution de la charge de travail ultérieure. Ainsi, il est plus efficace de faire la vaisselle juste après avoir mangé que de tout laisser s'accumuler dans l'évier. Retarder la tâche provoque le risque de ne plus avoir assez de temps pour s'en occuper.

et de son équipement. Avec les courses et la cuisine, elles constituent l'aspect le plus massif du temps domestique. Cependant, depuis le début du 20ème siècle, le développement de l'électroménager a permis de réduire les corvées les plus astreignantes, les plus sales et les plus dangereuses. Cela a été particulièrement le cas avec les appareils tels que

Ensemble de ménage. Crédit : confortadomicile.com®

l'aspirateur, le lave-linge ou encore le lave-vaisselle, qui dispensent des tâches pénibles et peu gratifiantes, ou du moins les simplifient considérablement.

Malgré cela, selon l'INSEE, les Français estimaient à environ 2 heures le temps de travail domestique quotidien en 2010. La majorité de ce temps est consacré au rangement et au nettoyage de la maison. Pour beaucoup de personnes, les tâches ménagères restent donc une corvée importante et très chronophage. Afin de ne pas se laisser déborder, il existe certaines astuces visant à optimiser ces tâches dans le but de gagner en efficacité et en productivité.

Dans un premier temps, l'idéal est d'essayer de tenir à jour la liste des tâches à effectuer, classées par pièce et par fréquence. Il peut s'agir de tâches quotidiennes (ranger ce qui traine, faire la vaisselle, sortir la poubelle...) ou de grosses corvées à prévoir sur du plus long terme. Ces dernières peuvent être hebdomadaires (passer la serpillère, faire les lessives...), mensuelles (nettoyer les vitres, le réfrigérateur...), voire annuelles pour les tâches les plus ingrates (nettoyer les portes, les tapis...), tout en se rappelant qu'épisodique ne veut pas dire optionnel. Parmi toutes ces tâches, il est important de définir des priorités. Ces priorités peuvent être posées en construisant la liste par ordre d'importance. Une fois la liste effectuée, il est possible d'établir un planning fixe et régulier des tâches. En effet, même avec toute la bonne volonté du monde, il n'est pas possible tout faire en une seule journée. Les tâches quotidiennes n'ont pas à être intégrées dans le planning, car elles doivent de toute façon être réalisées tous les jours. Les tâches spécifiques peuvent être planifiées pour chaque jour de la semaine. Par exemple, il est envisageable de passer l'aspirateur tous les lundis et jeudis et de nettoyer la terrasse les mercredis. Il est également possible de planifier les jours de courses, ce qui évitera de devoir aller au supermarché chaque matin. Par ailleurs, l'existence d'un planning peut aussi permettre le travail en équipe au sein du foyer. Il suffit d'ajouter le prénom de chaque membre de la famille à côté d'une tâche qui lui est attribuée, cela allégera les corvées de chacun et pourra également responsabiliser les plus jeunes.

Même si l'application de ces astuces demande une certaine discipline, elles permettent une meilleure organisation et un meilleur rendement. •

A-F

• 17 – SEPTEMBRE 2019

Fig 2. *Contextual priming article (left) and neutral priming article (right) in french*

Procedure

Participants were informed of the experiment by in-class communication during a psychology class. They could join a volunteer list, and the experimenter contacts them by email to make an appointment. Participants were invited to register on a schedule according to their availability. A week before the date, each participant received an email aiming to collect online consent and general information about gender, age, native language, visual disturbances, degrees, family, video game habits, virtual reality experiences, and psychiatric background. Participants were also invited to complete demographic questionnaires, namely BDI-II, STAI Y-B, LSAS, and the self-esteem scale. Upon their arrival on the day of the experiment, participants were first immersed in a virtual meadow (neutral environment) for 30 seconds, during which the experimenter measured the heart rate. This step allows assessing potential risks associated with the use of VR (i.e., cybersickness, anxiety). They subsequently completed the paper version of the research participation consents and a current state anxiety inventory (STAI Y-A). After that, they were randomly placed into one of the priming conditions: contextual or neutral. Participants were then asked to read an article about university or cleaning, depending on the priming condition, while the experimenter measured the resting pulse. After the reading, the experiment consisted of a VR task. The participants donned the HMD and headphones and were

immersed in the virtual environment representing a full classroom. Similarly, to a presentation. During 3 minutes, participants had to give a presentation about themselves and talk about the article previously read. Heart rate was measured three times during this immersion. Finally, participants filled the current anxiety state part of STAI, and PRJQ, Social Presence measure, and Self-esteem scale again.

Results

Demographic and clinical measures in comparison

Results revealed no differences in the basic demographic and clinical information between groups (see Table 1).

Table 1 – *Means and standard deviation of demographic and clinical characteristics of participants*

	Contextual Priming (N =20)		Neutral Priming (N = 20)		*Statistics*	*p-value*
	Means	SD	Means	SD		
Age (years)	22.40	6.47	21.00	4.52	U = 146.50	0.143
Sex (F/M)	16/4		17/3		$\chi^2 = 0.173$	0.677
Education Level (years)	12.40	0.99	12.45	1.10	U = 198.50	0.948
Depression Level (BDI-II)	9.25	5.55	7.25	5.32	t = 1.163	0.252
Anxiety level (STAI Y-B)	45.15	12.56	41.25	10.42	t = 1.069	0.292
Social Anxiety level (LSAS)	50.15	23.07	39.25	18.19	U = 142.50	0.120

BDI-II: Beck Depression Inventory version II; STAI Y-B & Y-A: State-Trait Anxiety Inventory (A = state anxiety, B = trait anxiety); LSAS: Liebowitz-Social-Anxiety-Scale

Anxiety measures

Our groups are similar to every anxiety measure (see Table 2). There is no difference between our two groups on anxiety after immersion and the variation in anxiety, but Cohen's d points out a moderate effect size.

Table 2 – *Means and standard deviation of anxiety measures*

	Contextual Priming (N =20)		Neutral Priming (N = 20)		*Statistics*	*p-value*	*Cohen'd*
	Means	SD	Means	SD			
Anxiety state level (STAI Y-A) before	32.80	12.46	31.30	9.52	U = 194.00	0.871	0.135
Anxiety state level (STAI Y-A) after	41.25	15.21	35.15	11.02	t = 1.452	0.155	0.459
Anxiety level variation	8.45	12.82	3.85	8.93	U = 179.00	0.583	0.416
Heartbeat	12.60	8.97	13.71	25.89	U = 184.00	0.057	0.057

STAI Y-A: State-Trait Anxiety Inventory (A = state anxiety); Anxiety level variation = STAI Y-A after - STAI Y-A before

Presence measures

Results reveal two interesting significant results. Group primed with context have a higher total score on sense of presence scale than neutral priming group (respectively M = 276.85, SD = 24.502; M = 258.65, SD = 22.46; t = 2.449, p = 0.019, d = 0.774). More particularly, there is a difference on "reality judgement and presence" subscale of sense of presence questionnaire. Contextual priming group has a higher score than neutral priming group (respectively M = 106.40, SD = 15.575; M = 98.80, SD = 12.556; U = 123.00, p = 0.037, d = 0.537).

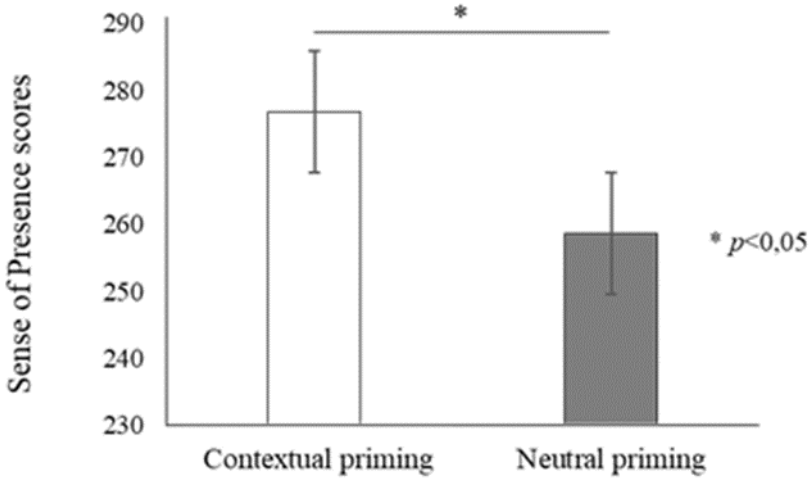


Fig 3. *Means and standard error of SP total scores*

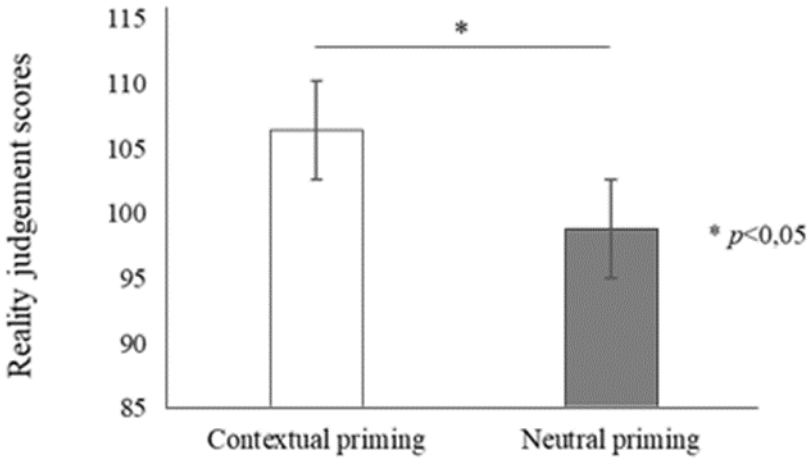


Fig 4. *Means and standard error of SP reality judgment and presence*

On the other hand, there is no difference between groups on other presence subscales: emotional involvement, interaction and external correspondence, the influence of formal variables in reality judgment and SP and satisfaction with the experience.

Table 3 – *Means and standard deviation of non-significant differences on presence measures*

	Contextual Priming (N =20)		Neutral Priming (N = 20)		*Statistics*	*p-value*	*Cohen'd*
	Means	SD	Means	SD			
SP EI	58.00	7.77	53.20	13.62	U = 164.500	0.335	0.433
SP IC	28.90	4.83	26.90	5.34	t = 1.234	0.225	0.390
SP V	54.95	5.18	53.65	6.13	U = 188.500	0.755	0.228
SP S	28.60	7.12	26.10	7.45	t = 1.084	0.285	0.342
SP social	58.40	14.02	55.10	12.34	t = 0.790	0.434	0.249

Correlations

Contextual priming group

In group which received a contextual priming, there is positive correlation between social anxiety and anxiety after immersion (r = 0.643, p = 0.002, 95% [0.280, 0.845]). The latter has a correlation with anxiety trait (STAI Y-B, r = 0.581, p = 0.007, 95% [0.186, 0.814]). There is no correlation between heartbeat and anxiety or sense of presence scales.

There is a positive correlation between anxiety scales and SP emotional involvement. There is a positive correlation with anxiety trait (STAI Y-B : r = 0.500, p = 0.025, 95% [0.074, 0.772]), anxiety state after immersion (STAI Y-A 2 : σ = 0.685, p = 0.001, 95% [0.349, 0.865]), variation

of anxiety during experiment (σ = 0.570, p = 0.009, 95%[0.171,0.809]) and social anxiety (r = 0.586, p = 0.007, 95% [0.193,0.817]).

There is negative correlation between "satisfaction of the experience" and anxiety state after immersion (r = -0.619, p = 0.004, 95% [-0.833, -0.772]). And a positive correlation between "satisfaction of the experience" and sense of social presence (r = 0.717, p = 0.0001, 95% [0.403, 0.880]).

Sense of social presence has two negative correlation with anxiety state after immersion (r = -0.693, p = 0.000, 95% [-0.869, -0.361]) and the variation of anxiety during experiment (σ = -0.656, p = 0.002, 95% [-0.876, -0.387]).

Neutral priming group

In this group, there is positive correlation between social anxiety and other anxiety scale. Social anxiety has a positive correlation with anxiety state before (σ = 0.500, p = 0.025, 95% [0.073, -0.772]) and after immersion (σ = 0.471, p = 0.036, 95% [0.036, 0.756]) but there is no correlation with score of variation of anxiety. There is another positive correlation with anxiety trait (σ = 0.599, p = 0.005, 95% [0.213, 0.823]). Heartbeat has a positive correlation with anxiety state after immersion (σ = 0.499, p = 0.025, 95% [0.073, 0.771]) and social anxiety (σ = 0.644, p = 0.002, 95% [0.282, 0.845]).

There is positive correlation between anxiety scales and SP emotional involvement. There is a positive correlation with anxiety trait (σ = 0.523, p = 0.018, 95% [0.105, 0.784]), anxiety state after immersion (σ = 0.593, p = 0.006, 95% [0.205, 0.820]), variation of anxiety during experiment (σ = 0.495, p = 0.026, 95%[0.067,0.769]), social anxiety (σ = 0.546, p = 0.013, 95%[0.136,0.796]) and heartbeat variation (σ = 0.612, p = 0.004, 95% [0.233, 0.830]).

Sense of social presence has negative correlation with some variables. There is a negative correlation with anxiety state after immersion (r = -0.567, p = 0.009, 95% [-0.807, -0.199]), variation of anxiety (r = -0.589, p = 0.006, 95% [-0.818, -0.199]) and heartbeat (r = -0.495, p = 0.026, 95% [-0.769, -0.067]).

Discussion

This study's main goal was to investigate the effect of contextual priming on the sense of presence during immersion. To this end, we implemented contextual priming aiming to activate a familiar context in participants.

As intended, the group, which received the contextual priming, experienced a deeper sense of presence than the group, which received the neutral priming. We can suppose that priming allowed participants to recall similar situations leading to an increase of familiarity, which, in turn, increases the sense of presence. Indeed, the impression of having already been in the place acts on the sense of presence (Heeter, 1992) by the parallel made between the virtual environment and memories (Riches et al., 2019). In our study, the priming could pre-activate memories relating to the school field. In the contextual priming group, we can wonder about the potential facilitation of recalling the article (related to the school field) through the virtual environment. This facilitation would allow less distraction by reflection and more attention to the environment. More considerable attention leads to an increase in SP (Razzaque et al., 2002). These processes, familiarities, and recollections could increase memories by mental activation of the context (Smith & Vela, 2001; Yonelinas, 2002). The user's mental state before immersion, influence synchronization with the virtual environment (Nunez & Blake, 2001). The article read before immersion acts like priming and affects a sense of presence by matching with the reality of the user (Sjölie, 2012).

By focusing on the sense of presence subscales, we can identify a difference in the reality judgment. Indeed, contextual priming induced a higher reality judgment than neutral priming. Reality judgment represents the impression that an experience is real and depends on the degree of external (i.e. behaviors and consequences) and internal (i.e. emotions and commitment) coherence (Baños et al., 2000). Concerning the internal correspondence, the two groups seem equivalent regarding the emotional state. However, the contextual priming could increase the motivation for the oral presentation. For the external correspondence, contextual priming could activate scholar concepts and memories, placing the participants in better conditions for a presentation situation. This consistency between the expectations and the virtual environment could increase absorption, and therefore, the sense of reality (Baños et al., 1999). Contextual primed participants expected and prepared for this environment. It may be more explicit with the "emotional implication" subscale of SP scale effect size. A similar type of result concerning anxiety after immersion and the variation of anxiety corroborates this: our contextual priming

group could be significantly more anxious than the neutral priming group after immersion, which would reflect the environment's effect accentuated by the type of priming.

In virtual reality, a sense of presence seems to be impacted by emotional state (Riva et al., 2007; Robillard et al., 2003), leading us to assess emotions during immersion. In both groups, the more the participants were emotionally involved, the more anxiety they felt. The emotional involvement (which is a part of the sense of presence scale) seems to be facilitated by the participant's general social anxiety, whatever the priming received. It makes many senses considering that anxiety increases attention to the environment. As in real life, virtual environments that depict feared situations produce a greater impact on people who fear them (Ling et al., 2014). Results show that the stronger the feelings, either because of the nature of the emotion or because of the nature of the sample (i.e. clinical vs non-clinical), the higher the probability of demonstrating a significant correlation between presence and emotion. Diemer and his collaborators (2015) suggest excitement as a possible explanation for this phenomenon. Freeman and colleagues (2005) postulate that arousal leads to alertness, which leads to a higher sense of presence. Vigilance would increase a participant's response to virtual stimuli, as arousal represents a "call to action," leading to greater perceived physical and mental presence. This phenomenon is highlighted in the study of Gorini (2011). Participants had to search for a blood bag in a virtual hospital, with or without information that it was an urgent to save a child. The authors reported a significantly higher heart rate in the primed group. Emotional stimulating information improved presence, indicating a causal influence of emotional arousal on the presence (Diemer et al., 2015).

Finally, on emotional variables, results show that social anxiety is positively linked with the anxiety state during and after immersion in the contextual priming group only. Put differently, the more contextual primed participants were socially anxious, the more they were anxious after the immersion, and the more their anxiety varied between the beginning and the end of the immersion. This correlation leads us to believe that priming this school context could affect by placing the participant in an evaluation position. Priming thus increases the effect of social anxiety on the anxiety felt during the immersion.

Limitations:

Among the limitations of our study, as often for studies based on psychology students, there is a lack of male participants. It will be interesting to assess the impact of priming on the sense of presence in a more balanced sample in future studies. The limited sample size represents another critical limit, but we are confident about our results, thanks to the size of the effect size. Also, our two groups do not differ in the sense of social presence. It allows us to maintain that

the other differences exposed above are well unlinked to a different perception of the avatars present.

Conclusion

In conclusion, this study shows an experimental task such as a contextual priming task can improve a sense of presence. Participants remembered similar situations leading to an increase of the sense of familiarity, which increases the sense of presence. The article read before immersion acts like priming and affects the sense of presence by matching with the reality of the user (Sjölie, 2012). The impression of having already been in the place acts on the sense of presence (Heeter, 1992) by the parallel made between the virtual environment and memories (Riches et al., 2019). A subscale of sense of presence, reality judgment, increased with contextual priming too. It could activate the associate concepts and memories (scholar memories), placing the participants in better conditions for a presentation situation. This consistency between the expectations and the virtual environment could increase absorption, and therefore, the sense of reality (Baños et al., 1999). These results can be useful in VR therapy to increase the sense of presence according to each patient with a similar virtual environment. It allows us to take full advantage of all the benefits of therapeutic virtual reality.

Acknowledgments

We are grateful to the Provence-Alpes-Côte d'Azur Regional Council for his financial support. We would like to express our gratitude towards C2CARE for the provision of their software for this research.

Declarations of interest

The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Bibliography

Baños, R., Botella, C., García-Palacios, A., Villa, H., Perpiñá, C., & Gallardo, M. (1999). Psychological Variables and Reality Judgment in Virtual Environments: The Roles of Absorption and Dissociation. CyberPsychology & Behavior, 2(2), 143–148. https://doi.org/10.1089/cpb.1999.2.143

Baños, R. M., Botella, C., Garcia-Palacios, A., Villa, H., Perpiña, C., & Alcañiz, M. (2000). Presence and Reality Judgment in Virtual Environments: A Unitary Construct? CyberPsychology & Behavior, 3(3), 327–335. https://doi.org/10.1089/10949310050078760

Banos, R., Quero, S., & Salvador, S. (2005). The role of presence and reality judgement in virtual environments in clinical psychology.

Diemer, J., Alpers, G. W., Peperkorn, H. M., Shiban, Y., & Mühlberger, A. (2015). The impact of perception and presence on emotional reactions: A review of research in virtual reality. Frontiers in Psychology, 6. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00026

Freeman, J., Lessiter, J., Pugh, K., & Keogh, E. (2005). When presence and emotion are related, and when they are not. 7.

Gorini, A., Capideville, C. S., De Leo, G., Mantovani, F., & Riva, G. (2011). The Role of Immersion and Narrative in Mediated Presence: The Virtual Hospital Experience. Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking, 14(3), 99–105. https://doi.org/10.1089/cyber.2010.0100

Heeter, C. (1992). Being There: The Subjective Experience of Presence. Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 1(2), 262–271. https://doi.org/10.1162/pres.1992.1.2.262

Heeter, C. (2003). Reflections on Real Presence by a Virtual Person. Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 12(4), 335–345. https://doi.org/10.1162/105474603322391587

Kim, M., Jeon, C., & Kim, J. (2017). A Study on Immersion and Presence of a Portable Hand Haptic System for Immersive Virtual Reality. Sensors, 17(5), 1141. https://doi.org/10.3390/s17051141

Lambrey, S., Jouvent, R., Allilaire, J.-F., & Pélissolo, A. (2010). Les thérapies utilisant la réalité virtuelle dans les troubles phobiques. Annales Médico-Psychologiques, Revue Psychiatrique, 168(1), 44–46. https://doi.org/10.1016/j.amp.2009.10.003

Liebowitz, M. R. (1987). Social phobia. Modern Problems of Pharmacopsychiatry, 22, 141–173. https://doi.org/10.1159/000414022

Ling, Y., Nefs, H. T., Morina, N., Heynderickx, I., & Brinkman, W.-P. (2014). A Meta-Analysis on the Relationship between Self-Reported Presence and Anxiety in Virtual Reality Exposure Therapy for Anxiety Disorders. PLOS ONE, 9(5), e96144. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0096144

Macri, A., Pavard, A., & Versace, R. (2018). The beneficial effect of contextual emotion on memory: The role of integration. Cognition and Emotion, 32(6), 1355–1361. https://doi.org/10.1080/02699931.2017.1387101

Mantovani, F., Castelnuovo, G., Gaggioli, A., & Riva, G. (2003). Virtual Reality Training for Health-Care Professionals. CyberPsychology & Behavior, 6(4), 389–395. https://doi.org/10.1089/109493103322278772

Nunez, D., & Blake, E. (2001). Cognitive presence as a unified concept of virtual reality effectiveness. Proceedings of the 1st International Conference on Computer Graphics, Virtual Reality and Visualisation - AFRIGRAPH '01, 115. https://doi.org/10.1145/513867.513892

Nunez, D., & Blake, E. (2003). Conceptual Priming As a Determinant of Presence in Virtual Environments. Proceedings of the 2Nd International Conference on Computer Graphics, Virtual Reality, Visualisation and Interaction in Africa, 101–108. https://doi.org/10.1145/602330.602350

Razzaque, S., Swapp, D., Slater, M., Whitton, M. C., & Steed, A. (2002). Redirected walking in place. Eighth Eurographics Workshop on Virtual Environments, 123–130.

Riches, S., Elghany, S., Garety, P., Rus-Calafell, M., & Valmaggia, L. (2019). Factors Affecting Sense of Presence in a Virtual Reality Social Environment: A Qualitative Study. Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking, 22(4), 288–292. https://doi.org/10.1089/cyber.2018.0128

Riva, G., Mantovani, F., Capideville, C. S., Preziosa, A., Morganti, F., Villani, D., Gaggioli, A., Botella, C., & Alcañiz, M. (2007). Affective Interactions Using Virtual Reality: The Link between Presence and Emotions. CyberPsychology & Behavior, 10(1), 45–56. https://doi.org/10.1089/cpb.2006.9993

Robillard, G., Bouchard, S., Fournier, T., & Renaud, P. (2003). Anxiety and Presence during VR Immersion: A Comparative Study of the Reactions of Phobic and Non-phobic Participants in Therapeutic Virtual Environments Derived from Computer Games. CyberPsychology & Behavior, 6(5), 467–476. https://doi.org/10.1089/109493103769710497

Sallnäs, E.-L. (2005). Effects of Communication Mode on Social Presence, Virtual Presence, and Performance in Collaborative Virtual Environments. Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 14(4), 434–449. https://doi.org/10.1162/105474605774785253

Schacter, D. L., Addis, D. R., & Buckner, R. L. (2007). Remembering the past to imagine the future: The prospective brain. Nature Reviews Neuroscience, 8(9), 657–661. https://doi.org/10.1038/nrn2213

Short, J., Williams, E., & Christie, B. (1976). The Social Psychology of Telecommunications. John Wiley and Sons Ltd.

Sjölie, D. (2012). Presence and general principles of brain function. Interacting with Computers, 24(4 SI), 193–202.

Smith, S. M., & Vela, E. (2001). Environmental context-dependent memory: A review and meta-analysis. Psychonomic Bulletin & Review, 8(2), 203–220. https://doi.org/10.3758/BF03196157

Spielberger, C. D. (1983). Manual for the State-Trait Anxiety Inventory STAI (Form Y) ("Self-Evaluation Questionnaire"). http://ubir.buffalo.edu/xmlui/handle/10477/1873

VIAUD-DELMON, I. (2007). Corps, action et cognition: La réalité virtuelle au défi des sciences cognitives. 22.

Waltemate, T., Gall, D., Roth, D., Botsch, M., & Latoschik, M. E. (2018). The Impact of Avatar Personalization and Immersion on Virtual Body Ownership, Presence, and Emotional Response. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 24(4), 1643–1652. https://doi.org/10.1109/TVCG.2018.2794629

Wideström, J., Axelsson, A.-S., Schroeder, R., Nilsson, A., Heldal, I., & Abelin, \AAsa. (2000). The Collaborative Cube Puzzle: A Comparison of Virtual and Real Environments. Proceedings of the Third International Conference on Collaborative Virtual Environments, 165–171. https://doi.org/10.1145/351006.351035

Witmer, B. G., & Singer, M. J. (1998). Measuring Presence in Virtual Environments: A Presence Questionnaire. Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 7(3), 225–240. https://doi.org/10.1162/105474698565686

Yonelinas, A. P. (2002). The Nature of Recollection and Familiarity: A Review of 30 Years of Research. Journal of Memory and Language, 46(3), 441–517. https://doi.org/10.1006/jmla.2002.2864

Notre étude a montré que l'utilisation d'un amorçage contextuel permet d'améliorer le sentiment de présence rapporté par les utilisateurs. L'amorçage a permis aux participants de se rappeler des situations similaires conduisant à une augmentation du sentiment de familiarité augmentant le sentiment de présence. La pré-activation du domaine scolaire permet d'être préparé à l'environnement et donc plus facilement absorbé par ce dernier qui ne détonne pas avec les attentes de l'utilisateur, ce qui favorise le sentiment de présence. Egalement, l'amorçage a facilité l'émergence d'un jugement de réalité qui dépend de la cohérence externe (les comportements et les conséquences) et interne (les émotions et l'engagement). L'amorçage active les concepts associés à l'école et donc à l'évaluation ce qui place le participant dans une dynamique d'évaluation et de communication. Cette cohérence entre les attentes et l'environnement favorise l'absorption et donc le sentiment de réalité.

Cette étude révèle également le rôle de l'implication émotionnelle. Dans les deux groupes, plus les participants étaient émotionnellement impliqués, plus ils ressentaient d'anxiété. L'implication émotionnelle (qui fait partie de l'échelle du sentiment de présence) semble être facilitée par l'anxiété sociale générale du participant, quel que soit l'amorçage reçu. Cela prend beaucoup de sens étant donné que l'anxiété augmente l'attention portée à l'environnement.

En conclusion, cette étude montre qu'une tâche expérimentale telle qu'une tâche d'amorçage contextuelle peut améliorer le sentiment de présence. Les participants se sont souvenus de situations similaires conduisant à une augmentation du sentiment de familiarité, ce qui augmente le sentiment de présence. L'article lu avant l'immersion agit comme un amorçage et affecte le sentiment de présence en correspondant à la réalité de l'utilisateur. L'impression d'avoir déjà été sur place agit sur le sentiment de présence par le parallèle établi entre l'environnement virtuel et les souvenirs. Une sous-échelle du sentiment de présence, du jugement de réalité, a également augmenté avec l'amorçage contextuel. Il pourrait activer les concepts et les souvenirs associés, plaçant les participants dans de meilleures conditions pour une situation de présentation. Cette cohérence entre les attentes et l'environnement virtuel pourrait augmenter l'absorption, et donc le sens de la réalité. Ces résultats peuvent être utiles en thérapie utilisant la réalité virtuelle dans le but d'augmenter le sentiment de présence en fonction de chaque patient et ce même avec un même environnement virtuel. Et surtout nous permet d'exploiter pleinement de tous les avantages de la réalité virtuelle thérapeutique.

Evaluation de l’effet d’un amorçage social conceptuel sur la perception d’un public synthétique en réalité virtuelle

La réalité virtuelle aide à combler les lacunes de la thérapie cognitivo-comportementale (TCC) classique (Botella et al., 2000). Ce type de thérapie - associé à la TCC - est plus efficace que la TCC seule (Peperkorn & Muhlberger, 2013). C'est le cas par exemple dans le traitement de la phobie sociale (Klinger et al., 2005) ou plus particulièrement, la peur de parler en public (Wallach et al., 2009).

Certains auteurs ont combiné la réalité virtuelle avec le paradigme d'amorçage afin d'augmenter la thérapie virtuelle. Borgeat et al. (2013) ont évoqué ce principe d'augmentation, qu'ils empruntent au domaine de la pharmacologie. Dans leur étude, ils utilisent l'amorçage pour rendre les cognitions positives plus accessibles aux patients déprimés. L'amorçage est un outil intéressant qui a été beaucoup étudié. Car en effet, il est capable d'induire des cognitions et des comportements inconsciemment. Par exemple, certaines études ont montré qu'il est possible de modifier la perception qu'un individu a d'un autre individu. Dans des tâches de dilemme où le sujet pense que son partenaire ne l'aime pas (Jones & Panitch, 1971) ou est en compétition avec lui, il adoptera un comportement respectivement plus hostile (Snyder & Swann, 1978) ou plus compétitif (Kelley & Stahelski, 1970). Ainsi, il semble que la perception que nous avons des autres affecte notre comportement (Smeesters et al., 2009). Le « focus attentionnel » peut expliquer ce résultat. DeMarree et Loersch (2009) ont amorcé les participants avec les catégories « moine bouddhiste » et « afro-américain » pour amorcer respectivement les concepts de « calme » et « d'agressivité ». Après la tâche d'amorçage, les participants sont invités à se concentrer sur eux-mêmes ou sur les autres. Les premiers se considéraient plus agressifs après l'amorçage « afro-américain » qu'après l'amorçage « moine bouddhiste ». Dans le deuxième groupe, qui se concentrait sur les autres, les participants ne se considéraient pas plus agressifs dans la condition « afro-américaine ». Diriger son attention sur une cible donnée permet aux constructions amorcées d'affecter les perceptions de l'objet en question. Se focaliser sur les autres dans une tâche permettra à l'amorçage d'affecter la perception des autres. De plus, Smeesters et al. (2010) supposent que l'amorçage aura tendance à activer des modèles de comportement en prévision d'une utilisation potentielle pour répondre à la situation. Ainsi, la perception d'un sujet comme hostile anticipe un comportement agressif voire dangereux et augmente ce type de comportement. Une fois activé, le comportement aura tendance à s'exprimer.

Sur des aspects plus positifs, Hertel et Kerr, (2001) ont amorcé leurs participants avec les concepts de loyauté ou d'égalité et les ont ensuite confrontés à l'attribution de tâches d'allocation de ressources avec un endogroupe ou un exogroupe. Dans cette tâche, le chercheur

a amorcé les participants avec le concept de fidélité. Les participants attendaient une plus grande fidélité de la part des membres de leur groupe qu'ils ont alors favorisé. L'amorçage a affecté la perception et le comportement de la même manière. Cependant, méfions-nous d'un amorçage trop extrême ou trop éloigné des caractéristiques du sujet. En effet, cet écart provoque un effet de contraste et, par conséquent, n'affecte pas le comportement ou la perception des autres (Herr, 1986), en tout cas pas de la façon attendue.

Malgré les avantages significatifs de ces deux paradigmes (réalité virtuelle et amorçage), et comme nous l'avons vu auparavant, peu d'études les combinent pour observer les effets de l'un sur l'autre. La plupart de ces études ont pour objectif principal d'augmenter l'immersion dans la réalité virtuelle en favorisant le sentiment de présence (Gorini et al., 2011; Nunez & Blake, 2003) ou la présence sociale (Daher et al., 2017) grâce à l'amorçage d'un contexte. D'autres études ont observé l'impact d'un jeu prosocial sur le comportement des sujets. Dans ces recherches, les jeux prosociaux sont des amorces en soi (Gentile et al., 2009; Greitemeyer & Osswald, 2010; Rosenberg et al., 2013) mais aucune recherche ne semble avoir étudié l'impact de l'amorçage sur la réalité virtuelle et l'expérience de cette réalité virtuelle. Plus précisément, aucune étude n'est venue observer la capacité d'amorçage à moduler la perception qu'un sujet a d'un public virtuel. Afin d'utiliser la réalité virtuelle comme outil thérapeutique pour le jeu de rôle dans la formation aux compétences sociales, nous avons voulu vérifier s'il était possible de modifier la perception que nous avons des avatars virtuels grâce à l'amorçage en stimulant la volonté d'affiliation et donc l'attention portée à autrui (Lakin & Chartrand, 2003a).

Etude 3 : *Social priming modulates perception of the public in virtual reality*

Submitted as :

Cerda, L., Del-Monte, J., Graziani, P. (Under Review). Social priming modulates perception of the public in virtual reality. *International Journal of Human-Computer Studies.*

Abstract

Background and objectives: Priming influences responses to subsequent stimuli. Searching affiliation thanks to priming task, directs the subject's attention to his social environment. Activated mental pathways influences perception of others. Used with virtual reality, it can be a successful tool for therapeutic aim. Virtual reality proposed various and realistic environments for training or exposure. The aim of this study was to see if it was possible, thanks to the implicit conceptual priming, to modulate the perception that an individual has of a virtual audience.

Methods: We primed participants with a pro-social, "non-social" or anti-social priming. The participants then had to present themselves for 2 minutes to an audience of avatars in a virtual amphitheater. Then participants answered questionnaires.

Results and conclusions: An experimental task such as a social priming task can moderate other perception in virtual reality social task. Social priming tasks can be useful to promote the learning of social skills in a more ecological environment by virtual reality.

Keywords: virtual reality ; social priming ; perception ; social skills training

Social priming modulates perception of the public in virtual reality

1. Introduction

Difficulties in social interactions arise in many conditions such as schizophrenia, autism spectrum disorders, social anxiety of course, or even depression. But fortunately, some researchers have looked into therapeutic solutions to overcome these difficulties. In addition to the therapeutic work conventionally encountered in cognitive-behavioral therapies (CBT), for example around work on cognitive biases, there is a whole therapeutic axis that focuses more on the practice of communication techniques with role-playing games. These techniques, often illustrated with assertiveness, are very effective but still have their limits. Indeed, when the patient trains his social skills during role plays in individual therapy, his first exercises are done with the therapist who plays the role of a social partner in a conversation. In the case of group therapy, it is the other patients, equally affected by a lack of social skills, who play the role of interlocutors. In these two cases, the situation is far removed from the situations encountered by the patient in his daily life. In addition, we note a high dropout rate in these therapies which are very implicating, and require a very particular motivation (Kurtz & Mueser, 2008). To offset these difficulties, some authors proposes the use of virtual reality (VR) as a therapeutic tool.

Virtual reality playfulness is an excellent therapeutic asset since it increases motivation and involvement (Ku et al., 2007). In addition, VR offers an immersive virtual environment, representing everyday situations to relieve the cognitive functions of the patient who does not have to involve his memory and imagination during the exercise. Unlike other treatment options, such as role-playing, VR represents real-life experiences in a safe and controllable way. VR allows for repeated practice and exposure, which is a key part of treatment. Virtual reality can also provide ecological environments with unlimited social scenarios. VR can reproduce social conditions (Wallach et al., 2009). However, this use in social skills training remains marginal. The most recent study on the subject is that of Park and colleagues (2011). They offered social skills training in virtual reality to their patients with schizophrenia, in a similar format to that offered in traditional therapy. In addition to the higher motivation found in the group experimenting with virtual reality, there was a gain in social skills and a feeling of being more efficient facing avatars. This learning situation, in addition to playing on the motivational aspect, acted as a reinforcer of the social skills used. It is on this axis that we wanted to work.

The use of virtual reality in social skills training has shown its powers (Kandalaft et al., 2013; Park et al., 2011), how to improve its relevance by personalizing the experience without software development skills, and how to increase the reinforcement described by the participants of the study of Park and his collaborators (2011)? To do this we used implicit priming.

Priming is a cognitive process. It influences responses to subsequent stimuli by activating mental pathways related to the first stimulus. Recent studies have used this priming technique to influence social behavior. Studies have shown that priming can lead to the emergence of positive social behaviors such as generosity (Lamy et al., 2008); warmth (Williams & Bargh, 2008); or imitation (Lakin & Chartrand, 2003). Leighton and colleagues showed in 2010 that it is possible to increase the production of social behaviors with the aim of affiliation using a priming task. This task called the "Scrambled Sentence Task" (SST, Srull & Wyer, 1979) offers an exercise in manipulating words related to the concept that one wishes to initiate, in order to construct a sentence. The search for affiliation directs the subject's attention to his social environment. Priming can therefore stimulate the search for a social purpose that makes more attentive to others. It can also influence the perception that one has of the other which will be reinforcing or punitive. Indeed, an individual can be more aggressive (Carver et al., 1983); hostile (Herr, 1986) if he perceives that his interlocutor is hostile after priming (Carver et al., 1983). Conversely, he may be more loyal (Hertel & Kerr, 2001) or generous (William and Bargh, 2008) if he perceives his interlocutor as having these qualities. Hertel et al., (2002) are also clear on the subject: the perception of others can affect the behavior of the subject if he believes that other people can influence his life (Hertel et al., 2002). Smeesters et al., (2010), assume that priming will tend to activate behavioral patterns in anticipation of potential use to respond to the situation. Thus, the perception of a subject as being hostile, anticipates aggressive or even dangerous behavior, and increases this type of behavior. Once activated, the behavior will tend to express itself. But in the face of a positive perception initiated, social desirability and the desire for affiliation will increase behavior in this direction.

We wanted to verify these paradigms shown in experimental conditions, in order to consider them as therapeutic tools. But to do this, we have combined the indisputable advantages of virtual reality with those of bootstrapping in order to combine the best of both tools in social skills training. This association has hardly been made in the research community. When it was proposed, its goal was above all to make virtual reality more engaging by increasing the sense of presence (Daher et al., 2017; Gorini et al., 2011; Nunez & Blake, 2003). Only a few studies

have started to work on the benefit of this association in promoting prosocial behavior. For example, Rosenberg et al., (2013) were able to increase the helping behaviors of their participants through “superpower” priming in virtual reality. But this study uses VR itself as a priming task, and does not assess the effect of external priming on VR.

In our study, we checked whether it was possible, thanks to the implicit conceptual priming, to modulate the perception that an individual has of a virtual audience. The aim was to see if it was possible to influence this perception both positively and negatively.

2. Materials and methods

2.1.Participants

Eighty-two undergraduate students of Nîmes University participated for course credit. Four participants were discarded due to technical failure (2 in prosocial group, and 2 in antisocial group). The sample was predominantly female (79.5%), young (M= 22.12, SD = 6.87) and educated (Mean years of education = 12.41, SD = 1.06). Candidates suffering from a psychotic disorder, substance abuse, major visual disturbance, or epilepsy were excluded. Participants provided all of these data. For all subjects, the level of depressive symptoms was assessed with the Beck Depression Inventory-II (BDI-II ; Beck, Steer, Ball, & Ranieri, 1996), State Anxiety Inventory (STAI; Spielberger, 1983) and social anxiety using the Liebowitz-Social-Anxiéty-Scale (LSAS ; Liebowitz, 1987). After a complete description of the study to the participants, written informed consent was obtained. The Ethics Committee of the Aix-Marseille University approved the study conforming to the Declaration of Helsinki.

2.2.Material

Social priming task: Scrambled-Sentence Task (SST, Leighton, Bird, Orsini, & Heyes, 2010 inspired by Strull & Wyer, 1979)

Stimuli were presented on a computer screen (60 Hz, 439 mm, 128DPI). Viewing was unrestrained at a distance of approximately 600 mm. In the priming task, five words arranged horizontally were presented in color on a white background on the screen. Words were presented in Bahnschrift Condensed, font size 44, and the color of the words varied randomly over trials. Three versions of the SST were constructed (see Del-Monte et al., 2014 for a similar procedure): One was intended to prime the pro-social attitude, another the anti-social attitude and a third was the neutral priming condition (non-social). For all versions, 24 trials contained a french word semantically related to the trait in question. For the pro-social version, the critical

priming words were: *friend, communicative, welcoming, married, hospitable, likable, frequented, cooperative, pleasant, family, friendly, altruist, team, sociable, gathered, generous, together, share, united, interaction, society, date, community, popularity*. For the anti-social version, the critical priming words were: *rebel, selfish, separated, individually, withdrawn, isolated, uncooperative, disagreeable, independent, autonomous, egocentric, recluse, careless, lonesome, detached, locked, divided, unique, alone, personal, oneself, unpopular.* Finally, the neutral version consisted of the 24 non-social words which are *top, purchase, wall, weekend, beanie, travel, onion, nearby, geography, tendentious, apple tree, breaking, spacious, turtle, beach, night, current, novel, geological, spicy, shutter, silk, floor, lateral.*

Independent Television Commission Sense of Presence Inventory (ITC-SOPI; Lessiter et al., 2001*)*

It is an instrument for measuring a sense of presence. We used a french-language version of the Laboratoire de Cyberpsychologie de l'UQO. It is composed of two parts that both questions about statements regarding thoughts and feelings experienced. Section A asks about feelings after immersion, and section B asks about feelings during immersion. Participants answer to 44 items scored on a scale from 1 (strongly disagree) to 5 (strongly agree). Assessment measure the spacial presence, engagement, ecological validity and negative effects like cyber-sickness. For the present project, the global result was analysed. In this study, the internal consistency of the French version of questionnaire was alpha Cronbach 0.89.

The Temple Presence Inventory (TPI ; Lombard et al., 2009*)*

This questionnaire contains items from a comprehensive literature review of the presence theory, and it can be used to measure dimensions of presence. TPI measures diverse presence dimensions, including several types of social presence. Among these dimensions, there is the spatial presence, social presence (active, passive), engagement, social richness, social and perceptual realism. Most of the items require an answer on a 7 points scale. In this study, the internal consistency of the French version of questionnaire was alpha Cronbach 0.92.

Perception scale

It is an adjective list which reuses adjectives from priming task: friendly, rebel, welcoming, selfish, communicative, likable, pleasant, cooperative, sociable, individually, isolated, careless, united, generous, disagreeable, inclusive in their community, lonesome, oneself, uncooperative, independent, egocentric, altruist. We chose the appropriate adjectives and on which the

participants could judge the public. This is not for example the case of "married", "frequented", "family", "separated" etc. Participants have to score on a scale from 0 (not at all) to 4 (totally) each adjective in accordance with their perception of the public during immersion. Each item scored. Negative adjectives (*rebel, selfish, individually, isolated, careless, disagreeable, lonesome, oneself, uncooperative, independent, egocentric*) are listed on the reverse. That is, 0 = 4, 1 = 3, 2 = 2, 3 = 1 and 4 = 0. Pro-social adjectives (*friendly, welcoming, communicative, likable, pleasant, cooperative, sociable, altruist, united, generous, inclusive in their community*) are scored normally. This means that 0 = 0, 1 = 1, 2 = 2, 3 = 3 and 4 = 4. The total of the scores are added together and the higher the total, the more the participant has a pro-social perception and positive from the public. The maximum score is 88. The internal consistency of the French version of questionnaire was alpha Cronbach 0.88.

2.3.Procedure

Participants in this study were volunteers. Each participant signed the informed consent and completed a general questionnaire about gender, age, native language, visual disturbances, degrees, family, video game habits, virtual reality experiences, and psychiatric background. Participants were scored using the current anxiety state part of STAI. After participants completed the preliminary questionnaire, the participants were randomly placed into one of three conditional states: pro-social, anti-social, or neutral. The experimenter then verbally explained the instructions for each task. The experimenter explained that each participant has to complete two short, unrelated experiments. The first experiment was to examine the effect of color on the participant's ability to form sentences. The second experiment was to evaluate a virtual environment. For the first experiment, each participant saw twelve groups of 5 words. From those five words, each participant was instructed to choose 4 of them to make a complete sentence. Participants in the pro-social group were shown pro-social sentences, participants in the anti-social group were shown anti-social sentences, and participants in the neutral group were shown neutral sentences. Participants then spoke this completed sentence verbally. In the second part of the task, each participant saw twelve new groups of 5 words. In order to strengthen the priming of concepts related to pro-social or anti-social, participants were instructed to isolate the one word they could not use to make a sentence. These words were based on the condition they were placed into (pro-social, neutral, anti-social). After that, the experiment consisted of a virtual-reality task. For this task, a virtual environment showing an amphitheater full of sitting avatars (N = 280) from C2Care© software was presented (see Figure 1). Avatars were programmed to be attentive and have a random encouraging behavior (i.e.,

applause), which is not linked to the participant's behavior. Their behavior is made to give the impression of responding to the participant. All are looking towards the subject. There are 10 different avatars (4 women and 6 men) that repeat themselves in the audience. Participants wear helmets and stand facing the audience. They can look around them and watch the room. By lowering their heads, they can see a body modeled to make it look like theirs. They should introduce themselves for 2 minutes at the audience. Participants were free to introduce themselves as they want (i.e. study, hobbies, vacation project). Finally, volunteers again answered the current anxiety state part of STAI, and ITC-SOPI, TPI, and Perception Scale. The experiment was conducted in an office and used a stereoscopic head-mounted display (HMD) from HTC-Vive© and a personal computer. It is equipped with an Intel Core i5-7300HQ, 8 gigabytes of RAM, and a 4 gigabytes GeForce GTX 1050 Ti graphics card.

Fig. 1 – C2Care© screenshot of virtual environment used

2.4.Statistical analyses

Statistical analyzes were done with SPSS software. The clinical rating was compared with a non-parametric Kruskal-Wallis test. Sense of presence and Perception scale's score were compared for the three groups with a parametric ANOVA test. The level of significance was set to $p<.05$.

3. Results

3.1.Demographic and clinical measures

Demographic and clinical measurements allowed us to eliminate possible confounding variables and to verify the similarity of our groups. The results revealed no differences in the basic demographic and clinical information between groups (see Table 1).

Table 1 – Means and standard deviation of demographic and clinical characteristics of participant

	Pro-social Priming (N =26)		Neutral Priming (N = 26)		Anti-social Priming (N = 26)		*Statistics*	*p-value*
	Means	SD	Means	SD	Means	SD		
Age (years)	24.42	9.26	20.81	3.90	21.12	6.01	H = 4.684	0.096
Sex (F/M)	20/6		19/7		23/3		χ^2 = 2.044	0.360
Education Level (years)	12.54	1.33	12.19	0.69	12.50	1.07	H = 1.491	0.475
Depression Level (BDI-II)	11.58	10.43	9.46	6.03	11.12	8.73	H = 0.062	0.969
Anxiety Level before (STAI)	34.50	12.71	33.65	10.12	35.88	11.66	H = 0.493	0.782
Anxiety Level after (STAI)	32.77	14.18	37.88	12.30	37.85	14.38	H = 4.063	0.031
Social Anxiety Level (LSAS)	20.96	15.99	18.85	12.33	25.58	16.85	H = 2.554	0.279
STAI before and after delta	1.7	9.45	1.96	11.88	4.23	9.47	H = 4.801	0.091
Already tried VR (Y/N)	8/18		15/11		11/15		H = 3.809	0.149

BDI-II : Beck Depression Inventory version II ; STAI : State Anxiety Inventory ; LSAS : Liebowitz-Social-Anxiety-Scale; VR : Virtual Reality

3.2.Presence measures

The ANOVA test global score of presence scales (ITC-SOPI and TPI) revealed no differences between groups (MeanPP=122.69 / SD_{PP}=20.57; $Mean_{NP}$=130.08 / SD_{NP}=22.60; $Mean_{ASP}$=132.73 / SD_{ASP}=19.52, F(2,75)=1.604, *p*=0.208). Same results found for the global score of TPI test (MeanPP = 197.65 / SD_{PP} = 39.19 ; $Mean_{NP}$ = 193.73 / SD_{NP} = 36.42 ; $Mean_{ASP}$ = 200.35 / SD_{ASP} = 36.51, F(2,75) = 0.206, p = 0.815

3.3.Perception scale score

ANOVA test on the global perception score revealed a difference between the three groups and more specifically there is a difference between the three groups on pro-social adjectives. In particular, comparison means showed Pro-social Priming group differs from others on perception scale score (Prosocial group/Neutral group : T = 2.08, p = 0.042, d = 0.577 ; Prosocial group/Antisocial group : T = 2.99, p = 0.004, d = 0.829) even though Anti-social Priming group differs only from Pro-social Priming Group (Antisocial group/Neutral group : T = -0.96 , p = 0.341, d = 0.266). Pro-social adjectives are more scored by Pro-social Priming Group than Anti-social Priming Group (U = -3.29, p = 0.001, d = 0.879). There is no other differences on this variable between groups.

Table 2 – Means and standard deviation of perception scale scores

	Pro-social Priming (N =26)		Neutral Priming (N = 26)		Anti-social Priming (N = 26)		*Statistics*	*p-value*
	Means	SD	Means	SD	Means	SD		
Perception total score	71.19	10.87	64.35	12.74	60.77	14.05	F = 4.579	0.013*
Perception prosocial adjectives	33.31	8.77	30.04	8.32	25.68	9.26	H = 10.425	0.005**
Perception antisocial adjectives	6.12	7.08	10.00	6.94	8.65	7.81	H = 5.329	0.070

4. Discussion

Priming activates behavior for a potential future situation according to perception of others, and this activation facilitates the expression of behavior (Carver et al., 1983). Thus, this study's main goal was to investigate the effect of social priming on the perception of a virtual audience. If we can moderate the perception of a virtual audience with priming, we hope that the subject's behavior can be modulated. As hypothesized, participants in pro-social priming conditions exhibited a more social perception. The attentional focus, directs the effect of priming on virtual audience, which is perceived differently depending on the priming received by the participant. Priming enhanced the desire for affiliation, which increased focus on others. This focus orientation guides the effect of priming on perception of others (Lakin & Chartrand, 2003). Many studies have shown the possible influence of priming on perception of others. Hertel and Kerr (2001) induce “fidelity”, others induced "warmth" (Williams & Bargh, 2008) or "morality" (Smeesters, Wheeler and Kay, 2010). This priming greatly influences the perception that we have of others. However, the anti-social priming condition failed to provoke a significantly less social perception of the virtual public. These results are consistent with the literature and confirm that priming can be used with Virtual Reality (VR) to moderate avatars' perception.

The ambiguity of the situation is an exciting way of explanation. The virtual public was not presented in a context. The participants did not know who they were, their intentions, or their purpose. Priming was able to disambiguate the situation with the most accessible buildings in memory at that time; the concepts started (Higgins, 1996). Priming is more likely to affect later situation interpretations and behaviors in ambiguous situations in which people must rely on award-winning constructs to disambiguate the norms of the situation (Smeesters et al., 2010). The difference is mainly about the rating of positive social adjectives that are more or less rated, while the slightly negative social adjectives do not differentiate between our three groups. It seems that positive social adjectives are more primed than social adjectives with a negative connotation. However, in literature, authors primed participants with negative concepts such as competition (Kelley & Stahelski, 1970), hostility (Snyder & Swann, 1978), or disaffection (Jones & Panitch, 1971).

Another important result was the score on the sense of presence scales. There is no difference between our groups. This reinforces the quality of the proposed virtual environment. As Nunez & Blake, (2003) pointed out; when the environment is high-standard, there is a high degree of adaptation between environmental stimuli and primed schemes. Priming smooths any

inconsistencies by facilitating the processing of associated perceptions. This helps to increase the sense of presence. Priming provides a mental state with which the user enters the virtual environment. Priming makes it possible to give meaning to the virtual environment, and thus to give it a sense of reality and presence.

The most important limitation of our study is that we have small groups of 26 participants. It would be interesting to be able to do this experiment on larger groups in the future to have a better representation of the results. Furthermore, our participants are overwhelmingly women. Another significant limitation of our research is the length of the questionnaires. The perception questionnaire arrived last after two questionnaires regarding the feeling of presence. These two questionnaires are very long and cognitively costly. Scores on the perception scale may have been affected by fatigue and temporal distance with experience. It will be advisable to propose shorter questionnaires and evaluate public perception much sooner in the future. Regarding quizzes, a questionnaire regarding self-perception after priming could also be informative to measure to what extent priming has changed the participants' perception of the public.

Future research is needed to verify if this other perception affects behavior, and if so, in what sense. Behavior follows an assimilation effect or contrast effect in this situation. Much evidence has been accumulating about using priming tasks to induce a feeling of social attitude. This evidence showed that priming facilitated cooperation behaviors between individuals (Schröder & Thagard, 2013). For example, Over & Carpenter (2009) showed that a young child primed with photographs evoking affiliation is more likely to help a person in need. Nelson & Norton, (2005) indicated that primed participants with superhero category (by a scrambled sentence task) were more likely to complete voluntary work and proposed more hours of engagement than participants of other conditions. These results confirm that the activation of an action (social attitude) leads to social behaviors. It could have exciting applications in patients with interpersonal impairments like social anxiety disorder patients, for example. In the future, it might be relevant to reproduce the experience by evaluating social behavior to see if this modulation of perception is reflected on the behavioral level.

Mainly, the repetition of social priming tasks could automatize this social behavior activation during social interaction, increase the achievement of social behaviors, and thus, promote better social functioning in social anxiety disorder patients. Therefore, this study shows that an experimental task such as a social priming task could have important clinical implications for patients and can be combined with VR.

5. Conclusion

In conclusion, this study shows that an experimental task such as a social priming task can moderate other perception in virtual reality social task. Experimental priming, associated with virtual reality, becomes a very interesting tool for patients who have difficulties in their social skills. Social priming task can be useful to promote the learning of social skills in a more ecological environment by virtual reality.

Declarations of interest

The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Bibliography

Carver, C. S., Ganellen, R. J., Froming, W. J., & Chambers, W. (1983). Modeling: An analysis in terms of category accessibility. Journal of Experimental Social Psychology, 19(5), 403–421. https://doi.org/10.1016/0022-1031(83)90019-7

Daher, S., Kim, K., Lee, M., Schubert, R., Bruder, G., Bailenson, J., & Welch, G. (2017). Effects of Social Priming on Social Presence with Intelligent Virtual Agents. In J. Beskow, C. Peters, G. Castellano, C. O'Sullivan, I. Leite, & S. Kopp (Eds.), Intelligent Virtual Agents (pp. 87–100). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-67401-8_10

Del-Monte, J., Raffard, S., Capdevielle, D., Salesse, R. N., Schmidt, R. C., Varlet, M., Bardy, B. G., Boulenger, J.-P., Gély-Nargeot, M.-C., & Marin, L. (2014). Social Priming Increases Nonverbal Expressive Behaviors in Schizophrenia. PLOS ONE, 9(10), e109139. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0109139

Gorini, A., Capideville, C. S., De Leo, G., Mantovani, F., & Riva, G. (2011). The Role of Immersion and Narrative in Mediated Presence: The Virtual Hospital Experience. Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking, 14(3), 99–105. https://doi.org/10.1089/cyber.2010.0100

Herr, P. (1986). Consequences of Priming: Judgment and Behavior. Journal of Personality and Social Psychology. https://www.researchgate.net/publication/230794554_Consequences_of_Priming_Judgment_and_Behavior

Hertel, G., Aarts, H., & Zeelenberg, M. (2002). What do you think is 'fair'? Effects of ingroup norms and outcome control on fairness judgments. European Journal of Social Psychology, 32(3), 327–341. https://doi.org/10.1002/ejsp.92

Hertel, G., & Kerr, N. L. (2001). Priming In-Group Favoritism: The Impact of Normative Scripts in the Minimal Group Paradigm. Journal of Experimental Social Psychology, 37(4), 316–324. https://doi.org/10.1006/jesp.2000.1447

Higgins, E. T. (1996). Knowledge activation: Accessibility, applicability, and salience. In Social psychology: Handbook of basic principles (pp. 133–168). The Guilford Press.

Jones, S. C., & Panitch, D. (1971). The self-fulfilling prophecy and interpersonal attraction. Journal of Experimental Social Psychology, 7(3), 356–366. https://doi.org/10.1016/0022-1031(71)90034-5

Kandalaft, M. R., Didehbani, N., Krawczyk, D. C., Allen, T. T., & Chapman, S. B. (2013). Virtual Reality Social Cognition Training for Young Adults with High-Functioning Autism. Journal of Autism and Developmental Disorders, 43(1), 34–44. https://doi.org/10.1007/s10803-012-1544-6

Kelley, H. H., & Stahelski, A. J. (1970). Social interaction basis of cooperators' and competitors' beliefs about others. Journal of Personality and Social Psychology, 16(1), 66–91. https://doi.org/10.1037/h0029849

Ku, J., Han, K., Lee, H. R., Jang, H. J., Kim, K. U., Park, S. H., Kim, J. J., Kim, C. H., Kim, I. Y., & Kim, S. I. (2007). VR-Based Conversation Training Program for Patients with Schizophrenia: A Preliminary Clinical Trial. CyberPsychology & Behavior, 10(4), 567–574. https://doi.org/10.1089/cpb.2007.9989

Kurtz, M. M., & Mueser, K. T. (2008). A meta-analysis of controlled research on social skills training for schizophrenia. In Database of Abstracts of Reviews of Effects (DARE): Quality-assessed Reviews [Internet]. Centre for Reviews and Dissemination (UK). https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK75240/

Lakin, J. L., & Chartrand, T. L. (2003). Using Nonconscious Behavioral Mimicry to Create Affiliation and Rapport. Psychological Science, 14(4), 334–339. https://doi.org/10.1111/1467-9280.14481

Lamy, L., Fischer-Lokou, J., & Guéguen, N. (2008). Semantically Induced Memories of Love and Helping Behavior. Psychological Reports, 102(2), 418–424. https://doi.org/10.2466/pr0.102.2.418-424

Leighton, J., Bird, G., Orsini, C., & Heyes, C. (2010). Social attitudes modulate automatic imitation. Journal of Experimental Social Psychology, 46(6), 905–910. https://doi.org/10.1016/j.jesp.2010.07.001

Lessiter, J., Freeman, J., Keogh, E., & Davidoff, J. (2001). A Cross-Media Presence Questionnaire: The ITC-Sense of Presence Inventory. Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 10(3), 282–297. https://doi.org/10.1162/105474601300343612

Lombard, M., Ditton, T. B., & Weinstein, L. (2009). Measuring Presence: The Temple Presence Inventory. 15.

Nelson, L. D., & Norton, M. I. (2005). From student to superhero: Situational primes shape future helping. Journal of Experimental Social Psychology, 41(4), 423–430. https://doi.org/10.1016/j.jesp.2004.08.003

Nunez, D., & Blake, E. (2003). Conceptual Priming As a Determinant of Presence in Virtual Environments. Proceedings of the 2Nd International Conference on Computer Graphics, Virtual Reality, Visualisation and Interaction in Africa, 101–108. https://doi.org/10.1145/602330.602350

Over, H., & Carpenter, M. (2009). Priming third-party ostracism increases affiliative imitation in children. Developmental Science, 12(3), F1–F8. https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2008.00820.x

Rosenberg, R. S., Baughman, S. L., & Bailenson, J. N. (2013). Virtual Superheroes: Using Superpowers in Virtual Reality to Encourage Prosocial Behavior. PLOS ONE, 8(1), e55003. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0055003

Schröder, T., & Thagard, P. (2013). The affective meanings of automatic social behaviors: Three mechanisms that explain priming. Psychological Review, 120(1), 255–280. https://doi.org/10.1037/a0030972

Smeesters, D., Wheeler, S. C., & Kay, A. C. (2010). Chapter 5 - Indirect Prime-to-Behavior Effects: The Role of Perceptions of the Self, Others, and Situations in Connecting Primed Constructs to Social Behavior. In Advances in Experimental Social Psychology (Vol. 42, pp. 259–317). Academic Press. https://doi.org/10.1016/S0065-2601(10)42005-5

Snyder, M., & Swann, W. B. (1978). Behavioral confirmation in social interaction: From social perception to social reality. Journal of Experimental Social Psychology, 14(2), 148–162. https://doi.org/10.1016/0022-1031(78)90021-5

Srull, T. K., & Wyer, R. S. (1979). The role of category accessibility in the interpretation of information about persons: Some determinants and implications. Journal of Personality and Social Psycholo Gy, 1660–1672.

Wallach, H. S., Safir, M. P., & Bar-Zvi, M. (2009). Virtual Reality Cognitive Behavior Therapy for Public Speaking Anxiety: A Randomized Clinical Trial. Behavior Modification, 33(3), 314–338. https://doi.org/10.1177/0145445509331926

Williams, L. E., & Bargh, J. A. (2008). Experiencing Physical Warmth Promotes Interpersonal Warmth. Science, 322(5901), 606–607. https://doi.org/10.1126/science.1162548

Notre recherche est la première à montrer la possibilité de modifier la perception qu'un utilisateur a d'agents virtuels grâce à l'amorçage. Plus spécifiquement, nous avons montré l'efficacité d'un amorçage pro-social pour induire une perception positive et pro-sociale d'un public virtuel, par rapport à un amorçage neutre et un amorçage anti-social. L'amorçage conceptuel a permis d'activer, par extension, l'ensemble des concepts associés à la pro-socialité générant une volonté d'affiliation qui a rendu l'attention portée au public d'autant plus importante. Ce focus attentionnel a favorisé l'effet de l'amorçage sur leur perception (Lakin et Chartrand, 2003).

Nous avons également montré qu'il était difficile d'induire une perception négative au travers d'un amorçage dit anti-social. En effet, non seulement ce groupe ne s'est pas différencié du groupe ayant reçu un amorçage neutre en terme de perception, mais ils n'ont pas significativement plus perçu le public comme étant plus négatif. La différence s'opère donc davantage sur les adjectifs positifs qui sont plus ou moins cotés.

La tâche demandée en réalité virtuelle a permis aux participants de garder toute leur attention sur le public ce qui, ajouté à une absence de perception de leur propre avatar, a permis d'orienter le focus attentionnel sur le public. Cette orientation a permis aux concepts amorcés de se diriger vers le public et non vers le participant en lui-même.

L'amorçage est capable de lever l'ambigüité d'une situation virtuelle en permettant une interprétation de l'environnement à l'aide des concepts amorcés. De plus, il permet de lisser les incohérences entre attentes et réalité de l'environnement virtuel ce qui permet de favoriser un sentiment de présence pertinent.

Pour conclure, cette étude montre qu'une tâche expérimentale telle qu'une tâche d'amorçage social peut modérer la perception que l'on a de personnages virtuels. L'amorçage expérimental, associé à la réalité virtuelle, devient un outil très intéressant pour les patients en difficulté sociale. La tâche d'amorçage social peut être utile pour faciliter l'apprentissage des compétences sociales en renforçant le patient dans un environnement plus écologique par la réalité virtuelle.

Evaluation de l’effet d’un amorçage social conceptuel sur la perception d’un public synthétique en réalité virtuelle et le comportement non verbal de l’utilisateur.

Comme nous l'avons déjà évoqué, le sentiment de présence joue un rôle important dans le succès de la thérapie virtuelle. Certains auteurs identifient plusieurs dimensions du concept de présence, en distinguant la présence physique (c'est-à-dire le sentiment d'être physiquement présent) et la présence sociale (c'est-à-dire être et interagir avec d'autres personnes) (W. A. IJsselsteijn et al., 2000). Ces définitions permettent une meilleure prise en compte du contexte social et des comportements sociaux survenant lors d'une immersion en réalité virtuelle. Ainsi, la RV semble être un outil efficace pour l'augmentation de la thérapie qui est un moyen d'améliorer les changements pendant la psychothérapie (Zidani et al., 2015). En effet, Borgeat et al. (2013) montrent que l'amorçage préconscient répété pourrait augmenter le changement cognitif sur les cognitions liées à la phobie sociale et améliorer le succès de la thérapie chez les patients atteints de trouble de l'anxiété sociale (TAS). Des résultats similaires sur l'effet d'amorçage ont été trouvés pour la réduction des biais cognitifs (Helfinstein et al., 2008; Wang et al., 2016). Ces études soulignent l'importance d'utiliser le travail cognitif comme support pour l'augmentation de la thérapie.

L'amorçage est un processus cognitif par lequel l'exposition à un stimulus donné influence la réponse aux stimuli ultérieurs, en activant les voies mentales liées au premier stimulus. Cette activation peut induire des changements dans les modèles de comportement liés à des modifications du concept auto-actif (Wheeler et al., 2007). Ce phénomène est appelé effet « prime-to-behavior » (Wheeler et al., 2007). Une étude célèbre de Bargh et al. (1996) montre qu'amorcer les participants avec des mots caractérisant les personnes âgées conduit à une vitesse de marche plus lente après l'expérience. Cet effet d'amorçage est également perceptible sur les fonctions cognitives. En effet, il y a perte de capacité de mémoire lorsque l'amorce est liée au stéréotype de la vieillesse (Dijksterhuis et al., 2000; Levy, 1996). Hansen et Wänke, (2009) ont trouvé des résultats similaires sur les participants amorcés avec le concept « enseignant ». Par rapport aux participants amorcés avec le concept « femme de ménage », les participants amorcés par « enseignant » améliorent le comportement qu'ils attribuent stéréotypiquement à la catégorie amorcée (Ginsberg, 2012), et sont devenus plus efficaces et ont un meilleur sentiment d'auto-efficacité.

En plus de ces changements dans le concept de soi-actif, l'amorçage semble efficace pour modifier la perception des autres. Par exemple, une étude de Williams et Bargh (2008) suggère que la tenue d'une tasse de café chaud conduit à une vision plus chaleureuse d'une autre personne. La chaleur physique pourrait donc augmenter la sensation de chaleur interpersonnelle, mais aussi les comportements altruistes. Le comportement prosocial pourrait

être amplifié en activant, à travers une amorce, un concept qui s'y rapporte. Plusieurs études (Bargh et al., 2001; Macrae & Johnston, 1998) ont montré que l'amorçage sémantique comprenant des mots relatifs à la coopération conduit à un plus grand nombre de comportements coopératifs qu'un amorçage de mots neutres. Cette augmentation est équivalente à la demande explicite de coopération. Ces objectifs de coopération pourraient également influencer l'imitation, à savoir les comportements moteurs d'affiliation (Lakin & Chartrand, 2003; Leighton et al., 2010).

Malgré les bénéfices apportés par ces deux concepts, les effets de l'amorçage appliqué à la RV sont à peine étudiés dans la littérature, notamment dans un contexte thérapeutique. L'amorçage semble être efficace pour influencer la perception des avatars. Daher et al. (2017) utilisent une exposition préalable à une interaction entre des agents virtuels pour conduire à une meilleure perception des avatars (considérée comme plus enthousiastes) et une plus grande présence sociale. La RV a également montré son intérêt pour stimuler les comportements prosociaux. La combinaison de l'amorçage et de la RV peut augmenter les comportements de coopération post-immersion dans la vie réelle (Rosenberg et al., 2013). Cette combinaison n'a pas été étudiée dans un contexte thérapeutique et pourrait donc être utile pour favoriser l'acquisition de compétences sociales et leur transfert en conditions réelles. Cette étude vise à utiliser une combinaison amorçage / RV pour développer des comportements prosociaux dans un environnement écologique et réaliste. Nous avons utilisé l'amorçage pour activer les comportements associés aux groupes prosociaux afin d'encourager et de former les participants à développer une perception plus sociale et des comportements prosociaux.

Etude 4 : *Social priming effect on prosocial behaviors in virtual reality.*

Submitted as :

Cerda, L., Fauvarque, A., Graziani, P., Joshi, V., Del-Monte, J. (Under Review). Social priming effect on prosocial behaviors in virtual reality. *Behavior research and therapy.*

Abstract

Prior studies highlight the efficiency of priming in inducing prosocial behaviors. In virtual reality (VR), priming also seems useful to increase the sense of social presence, which enhances prosocial behaviors. Thus, the objective of this study is to use a priming/VR combination to develop prosocial behaviors in a realistic environment.

Participants were primed using a Scrambled-Sentence Task in which the meaning of the sentences was of a prosocial or neutral type, depending on whether the participant belonged to the experimental (socially primed) or control group. The participants were then immersed in a virtual classroom and required to talk about an article for 3 minutes while the experimenter rated prosocial behaviors. Lastly, the participants were asked to fill in several questionnaires.

The participants in the prosocial priming condition reported a better perception of the avatars and a higher number of prosocial behaviors during the virtual task than the participants in the neutral priming group.

These findings suggest that prosocial priming can enhance perception and promote prosocial behaviors in a virtual reality social task. Social priming could thus help promote the learning of social skills in a realistic environment by VR.

Keywords: virtual reality; priming; social priming; prosocial behavior; sense of social presence

1. Introduction

In the field of clinical psychology, the benefits of Virtual Reality (VR) as a therapeutic tool have been widely demonstrated. VR overcomes the difficulties that may be encountered in the context of conventional Cognitive Behavioral Therapy (CBT) (Botella et al., 2004).

Despite ample evidence of the effectiveness of VR as a therapeutic tool, differential oucomes are observed among patients (for review see Freeman et al., 2017). These variations can be explained by the degree of the sense of presence (SP). Sense of presence plays an important part in the success of *virtu*al therapy (Bouchard et al., 2017; Mesa-Gresa et al., 2018; B. O. Rothbaum et al., 2000). SP helps VR therapy to be more efficient – when combined with CBT - than CBT alone (Peperkorn & Muhlberger, 2013). Some authors identify several dimensions to the concept of presence, providing a distinction between physical presence (i.e. the feeling of being physically present) and social presence (i.e. being and interacting with other people) (IJsselsteijn, 2002). These definitions allow a greater consideration of the social context and social behaviors during VR immersion. An experimental method to increase the SP in virtual environments is the use of semantic priming. This approach could favor the participants' immersion and thus increase the impact of the environment on the user.

Priming is a cognitive process. Priming involves exposure to a stimulus, which influences the response to subsequent stimuli by activating mental pathways related to the first stimulus. This activation can induce changes in behavior patterns related to modifications in the active self-concept (Christian Wheeler et al., 2007). A famous study by (Bargh et al. (1996) shows that priming participants with words characterizing the elderly leads to a slower walking speed after the experiment. This priming effect is also noticeable on cognitive functions. Indeed, there is a loss of memory abilities when the primer is related to the stereotype of old age (Dijksterhuis et al., 2000; Levy, 1996). Hansen and Wänke (2009) found similar results on participants primed with 'professor' priming. In comparison to participants primed by housekeeper stereotypes, participants primed with the professor stereotype performed better on the intellectual experimental task (Ginsberg, 2012b) and had a better sense of self-efficacy.

In addition to these changes in the active self-concept, priming seems effective in modifying one's perception of others. For example, a study by Williams and Bargh (2008) suggests that holding a cup of hot coffee leads to a more favorable impression of another person. Physical warmth could therefore increase the feeling of interpersonal warmth as well as altruistic behavior. Activating prosocial concepts by priming amplifies prosocial behavior. Several studies (Bargh et al., 2001; Macrae & Johnston, 1998) showed that semantic priming,

including words related to cooperation, leads to a higher number of cooperative behaviors than a priming compound of neutral words. This amelioration regarding the cooperation goal was observed across both, implicit and explicit priming methods. These goals of cooperation could also influence imitation, namely motor behaviors of affiliation (Lakin & Chartrand, 2003; Leighton et al., 2010).

Despite the benefits promoted by the two phenomena, the effects of priming applied to VR are barely explored in the literature. Priming appears to be effective in influencing the perception of avatars. Daher et al. (2017) use prior exposure to an interaction between virtual agents to lead to a better perception of avatars among participants; the avatars were seen as more enthusiastic and a greater social presence prevailed. VR has also shown its relevance in stimulating pro-social behaviors. Indeed, combining priming and VR can increase post-immersion cooperation behaviors in real-life (Rosenberg et al., 2013).

The present study aimed to use a priming/VR combination to develop pro-social behaviors in an ecological and realistic environment. We used priming to activate behaviors associated with pro-social groups to encourage and train participants to develop a more pro-social perception and pro-social behaviors.

2. Material

2.1.Participants

82 undergraduate students of Nîmes University volunteered for the study. 2 participants were eliminated due to technical failure. The sample was predominantly female (81.25%) young (M= 21.38, SD = 5.70) and educated (M = 12.43, SD = 1.12). Candidates suffering from psychotic disorders, substance abuse, major visual difficulties or epilepsy were excluded. For all subjects, the level of depressive symptoms was assessed with the Beck Depression Inventory-II (BDI-II; Beck et al., 1998), anxiety using State-Trait Anxiety Inventory (STAI, (Spielberger, 1983)) and social anxiety using the Liebowitz-Social-Anxiéty-Scale (LSAS; (Liebowitz, 1987)). The Ethics Committee of the Aix-Marseille University approved the study (2020-01-23-07) conforming to the Declaration of Helsinki.

2.2.VR material

2.2.1. *Equipement*

The HMD (Head Mounted Display) used is an HTC Vive with a 3.5”, 90Hz screen, and a 2160 x 1200 pixels resolution.

2.2.2. V*irtual Environment*

We used a virtual environment divised by C2Care© proposed in the C2Care Phobia section. This is an environment used for school phobia. It represents a classic French classroom comprising students and a professor in the front row. In this calm condition (the software proposes different conditions or levels of calm) the students were watching the participant and manifested neutral non-verbal behaviours. Some of them were writing, others were listening intently. In this environment, the participant was unable to see his own body but could look around him to see the rest of the classroom. The virtual environment was represented by a 360° video. The environment recreated a common student situation where the user was a student who conducted a presentation in front of the rest of the class.

Fig 1. C2Care environment

2.3.Measurement

2.3.1. ***Social priming task: Scrambled-Sentence Task (SST,*** (Leighton et al., 2010)***)***

Stimuli were presented on a computer screen (60 Hz, 439 mm, 128DPI). Viewing was unrestrained at a distance of approximately 600 mm. In the priming task, five words arranged horizontally were presented in colour on a white background on the screen. Words were presented in Bahnschrift Condensed, font size 44 and the colour of the words varied randomly over trials. Three versions of the SST were constructed (see Del-Monte et al., 2013 for a similar procedure): one was intended to prime the pro-social attitude (affiliation), another the anti-social attitude (non-affiliation) and a third was the neutral priming condition (non-social). For this study, we used the pro-social and neutral conditions. For all versions, 24 trials contained a french word semantically related to the trait in question. For the prosocial version, the main priming words were: *friend, communicative, welcoming, married, hospitable, likeable, frequented, cooperative, pleasant, family, friendly, altruist, team, sociable, gathered, reunited, together, share, united, interaction, society, date, community, popularity*. The neutral version

consisted of the 24 non-social words which are *top, purchase, wall, week-end, beanie, travel, onion, nearby, geography, tendentious, apple tree, breaking, spacious, turtle, beach, night, current, novel, geological, spicy, shutter, silk, floor, lateral*.

2.3.2. *Presence and Reality Judgement Questionnaire (*(Banos et al., 2005)*)*

This instrument measures the sense of presence. We used a French translation (Cyberpsychology laboratory, UQO) of the 36-item brief version of the original questionnaire (Banos et al., 2005). The questionnaire on the presence and the judgment of realism (PRJQ) is a self-administred questionnaire with 36-items based on two concepts: (1) the sense of presence and, (2) the judgment of realism. This is a brief version of the original questionnaire developed by Baños et al. (2005). The researchers of the Cyberpsychology Laboratory obtained Five subscales: emotional implication (EI) (how emotionally involved the subjects feel in the virtual experience), reality judgement and sense of presence (RJ) (realism attributed to the virtual experience), interaction and external correspondence (IC) (the subject's ability to transform intentions into VR action), influence of formal variables in reality judgement and sense of presence (V) (the extent to which sounds and the quality of sounds and images allow the user to have an experience that seems real to him and to feel a sense of presence) and, satisfaction with the experience (S). : The internal consistency of the questionnaire was α = 0.82.

Social Presence measure

We used a social presence scale employed by Sallnäs (2005) which was inspired by Short et al. (1976) (see fig.2). The first five questions were the same as the questions used by Short et al. (1976). The scale consists five pair of adjectives: personal/impersonal, cold/warm, unsocial/social, pleasant/unpleasant, negative/positive. Subjects had to rate each group of adjectives according to his impression about the avatar. The ratings were provided on a scale of 1 to 7. 1 corresponded to the adjective on the left, and 7 to the adjective on the right. Sallnäs (2005) included eight items from the social presence theory scored in the same way. The aim was to measure the intensity of the social presence, the degree of comprehension of the avatars' intentions, emotions and reactions, and the degree upto which the participants felt that the avatars perceived their reactions. The current social presence measure comprises a bipolar 7-point scale composed of thirteen questions. The scores lied between 13 and 91. A high score revealed a high sense of social presence. The internal consistency of the questionnaire was found to be α = 0.88. In this study, the internal consistency of the French version of the questionnaire was α = 0.83.

Please circle the number that corresponds with your impression.

*Personal	1	2	3	4	5	6	7	Impersonal
Cold	1	2	3	4	5	6	7	Warm
*Social	1	2	3	4	5	6	7	Unsocial
*Pleasant	1	2	3	4	5	6	7	Unpleasant
Negative	1	2	3	4	5	6	7	Positive

The following statements describe how you could have perceived the social interaction between the collaborators. Please circle the alternative that corresponds with your impression.

*I felt very much socially present	1	2	3	4	5	6	7	I did not feel socially present at all
*Not many pauses at all	1	2	3	4	5	6	7	Very many pauses
*Easy to understand the other person's intentions	1	2	3	4	5	6	7	Very hard to understand other person's intentions
One easily understands the other person's reactions								
*Totally agree	1	2	3	4	5	6	7	Do not agree at all
One easily understands how the other person reacts to one's comments								
*Totally agree	1	2	3	4	5	6	7	Do not agree at all
The other person perceives how one reacts to her/his attitudes								
*Totally agree	1	2	3	4	5	6	7	Do not agree at all
It is easy to express emotions								
*Totally agree	1	2	3	4	5	6	7	Do not agree at all
It would be easy to know if the other person is angry or not in this environment								
*Totally agree	1	2	3	4	5	6	7	Do not agree at all

**** should be reverse scored in order to contribute to the overall totals***

Fig 2. Sense of social presence scale

2.3.3. *Perception scale*

This questionnaire is a personality impression questionnaire inspired by the one used by Forgas and Bower (1987). We used 15 personality traits rated on two-point scales anchored by a trait and its opposite. These traits were selected from the work of Sagles et al. (2002) to avoid adjectives not applicable to avatars, or value judgments (for example intelligence, good looking, skills). We chose 10 social traits (self-centred/altruistic, sly/sincere, intolerant/tolerant, asocial/sociable, boring/fun, dissatisfied/happy, competitive/cooperative, irritable/kind, unpopular/popular, pitiless/indulgent) and 5 intellectual traits (incompetent/competent, dubious/reliable, undecided/determined, clumsy/skilful, dizzy/serious) to build this perception scale. A high score corresponded to a pro-social perception of the virtual others. The score ranges from 15 to 135. In this study, the internal consistency of the questionnaire was $\alpha = 0.93$.

2.3.4. *Intention to help*

Two questions were formulated and asked to assess the intention to help and the participants' prosocial behaviors in a context other than the virtual environment.

- If it were necessary for you to intervene again in front of a virtual reality class to testify for your experience, would you be ready to do so? If yes, how often would you be willing to do so?

- If you needed to intervene in front of a real class to testify for your experience, would you be ready to do so? If yes, how often would you be willing to do so?

2.3.5. *Behavior observation grid*

This observation grid for pro-social behaviors completed during the experiment was created based on the one proposed by Trower et al. (1978). We removed the categories that did not apply to virtual reality or that could not be evaluated in this context (i.e. looks). Also, we eliminated the categories which could not be applied to the proposed context which was a social interaction but without feedback (i.e. synchronization of speaking time, the variety of subjects, speaking time because it was imposed in our experiment). We kept 3 main areas with 4 to 5 categories.

- Voice quality: volume, tone, flow and clarity

- Conversation: formality, questions, vocabulary

- Non-verbal behavior: assertive behavior, proximity, orientation, tone, body language, smile.

Each of these categories contained 5 more or less prosocial adjectives. The adjectives used for the rating of the categories were submitted to a general public who had to classify the adjectives according to their pro sociability. Participants had 7 adjectives to classify in each category. After statistical analysis, 5 adjectives were retained per category. Adjectives rated 0 were interpreted as somewhat pro-social, and adjectives rated 5 were interpreted as very pro-social. The investigator chose the adjective that best corresponded to the participant's verbal and non-verbal behavior; the number associated with the behavior represented the "sociability" of the behavior. The higher the score, the more the participant's behavior was estimated to be pro-social. The investigator scored the areas of conversation and non-verbal behavior during the experiment. The participant's audio was recorded so that the domain relating to voice quality could be blindly scored by another experimenter, thus ignoring the assigned priming. In this study, the internal consistency of the questionnaire was $\alpha=0.85$.

2.3.6. *Physiological measure*

The heart rate was measured four times with a pulse oximeter UrgoFeel; the first time being at rest, the next when the participant had the HMD and the environment was launched, then after 1 minute 30 seconds passed, and lastly after 3 minutes i.e. at the end of the experimental task.

2.4.Procedure

Word regarding the experiment was spread in the psychology class, the students were informed that they could join a volunteers' list and the experimenter would contact them by email to make an appointment. A week before the assigned date, each participant received an email aiming to collect online consent and general information about gender, age, native language, visual disturbances, educational degrees, family background, video game habits, virtual reality experiences, and psychiatric background. Participants were also asked to complete demographic questionnaires, namely BDI-II, STAI Y-B, LSAS and the self-esteem scale. On the day of the experiment, participants were first immersed in a virtual meadow (neutral environment) for 30 seconds during which the experimenter measured the heart rate. This step allowed the assessement of potential risks associated with the use of VR (i.e. cybersickness, anxiety). It also allowed us to check that the heart rate increased because of the environment and not because of the HMD and the unusual condition. They then completed the paper version of the research participation consent forms and a current state anxiety inventory (STAI Y-A). Participants were then asked to read a non-related article while the experimenter measured the resting pulse. Subsequently, they were randomly placed into one of the social conditions: pro-social or neutral. SST was presented by the experimenter as a task unrelated to the VR experiment, aiming at examining the effect of colour on the construction of sentences. In the first part of the SST, five words were presented to the participant. The subject had to use 4 words out of 5 to form a complete sentence and say it aloud. This exercise was repeated 12 times. The second part of the task consisted of 12 new sentences. This time the participant had to say the isolated word, i.e. the useful one to form a correct sentence. The meaning of the constructed sentences and the nature of the isolated word could be of a prosocial or neutral type, depending on the condition in which the participant was placed. After the SST was completed, the experiment consisted of a VR task. The participants donned the HMD as well as the headphones as they were immersed in the virtual environment representing a full classroom. During 3 minutes, they were asked to introduce themselves and talk about the article previously read. The audio was recorded and the heart rate was measured three times during this immersion (at the beginning, after 1 minute 30 seconds, and at the end of the 3-minute presentation).

Conversation and nonverbal behavior categories of the behavior observation grid were rated by an experimenter in blind priming conditions. Finally, participants refilled the current state anxiety part of STAI, PRJQ, Social Presence measure, Perception Scale, Self-esteem scale and the questions about the intention to help.

3. Results

3.1. Demographic and clinical measures comparison

Results revealed no significant differences in the basic demographic and clinical information between groups (see Table 1).

Table 1 – *Means and standard deviation of demographic and clinical characteristics of participants*

	Pro-social Priming (N =40)		Neutral Priming (N = 40)		*Statistics*	*p-value*	*d Cohen*
	Means	SD	Means	SD			
Age (years)	21.07	5.91	21.70	5.55	U = 941.00	0.169	0.109
Sex (F/M)	32/8		33/7		$\chi^2 = 0.082$	0.775	
Education Level (years)	12.45	1.22	12.42	1.03	U = 803.500	0.963	0.022
Depression Level (BDI-II)	11.45	10.49	8.25	5.46	U = 702.00	0.347	0.382
Anxiety level (STAI Y-B)	43.20	11.93	43.20	11.56	t = 0.00	1.00	0
Anxiety state level (STAI Y-A) before	31.05	7.15	32.05	10.97	t = -0.483	0.631	0.108
Anxiety state level (STAI Y-A) after	36.52	11.12	38.20	13.47	t = -0.607	0.546	0.136
Social Anxiety level (LSAS)	41.20	24.08	44.70	21.24	U = 713.50	0.408	0.154
Heartbeat	11.93	13.71	13.16	19.13	U = 792.00	0.939	0.073

BDI-II: Beck Depression Inventory version II; STAI Y-B & Y-A: State-Trait Anxiety Inventory (A = state anxiety, B = trait anxiety); LSAS: Liebowitz-Social-Anxiety-Scale

3.2. Presence measures comparison

The Student test revealed no significant difference between groups (PSp: Pro Social Priming group; Np: Neutral Priming group) for SP Social (M_{PSp}: 59.22 ; SD_{PSp}: 12.48 / M_{Np}: 56.75 ; SD_{Np} : 13.14 ; t = 0.863, p = 0.391; d = 0.193). For SP total ($M_{PSp:}$ 253.22 ; SD_{PSp}: 38.19 / M_{Np}: 267.75 ; SD_{Np} : 24.96 ; t = -2.01, p = 0.048; d = 0.450), Neutral priming group had a significantly higher score than the Pro Social priming group.

3.3. Social measure comparison

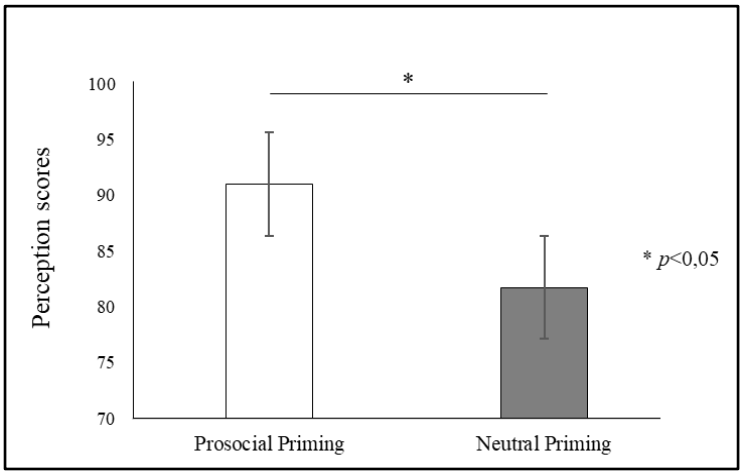


Fig 3. Comparison of perception scores scale

Our two groups differed significantly on the perception of the class (M_{PSp}: 91.00 ; SD_{PSp}: 13.95 / M_{Np}: 81.75 ; SD_{Np} : 21.62 ; t = 2.27, p = 0.026; d = 0.508). More specifically, the Pro Social priming group had a more positive perception of the class for social adjectives (M_{PSp}: 61.53 ; SD_{PSp}: 8.93 / M_{Np}: 53.68 ; SD_{Np} : 15.63 ; t = 2.76, p = 0.007; d = 0.616).

Table 2 – *Means and standard deviation of social measures*

	Pro-social Priming (N =40)		Neutral Priming (N = 40)		*Statistics*	*p-value*	*d Cohen*
	Means	SD	Means	SD			
BS voice quality	13.03	2.09	9.98	2.27	U = 261.50	0.000**	1.397
BS conversation	6.65	1.29	5.00	1.24	U = 284.00	0.000**	1.541
BS Non Verbal behavior	19.35	2.79	14.13	3.82	t = 6.97	0.000**	1.560
BS total	39.03	4.68	29.10	5.82	t = 8.19	0.000**	1.833
VR Intervention	1.50	0.87	1.60	0.98	U = 768.00	0.737	0.107
Reality Intervention	1.15	1.00	1.45	1.06	U = 677.00	0.214	0.291

** : p < 0.005 ; ** : p < 0.001*

BS: Behavior Scale; VR Intervention: the willingness of participants to intervene in Virtual Reality; Reality Intervention: the willingness of participants to intervene in reality.

Finally, there was a high significant difference on the behavioral scale and on the set of the three scales (voice quality; conversation; Nonverbal behavior). For each of these variables, it was the pro-social priming group which seemed to have the most pro-social behavior. However, there was no difference between our two groups regarding their willingness to intervene with an audience in virtual reality or reality.

3.4.Correlation

3.4.1. Pro-social priming group

3.4.1.1.Sense of presence variables

The perception scale total score correlated positively with the sense of social presence (r: 0.412, p = 0.008, 95%[0.115;0.641]). On the other hand, we did not find any correlation between the behavioral scale and the scales of sense of presence (SP subscales, SP total score and SP social). The virtual reality intervention correlated positively with the satisfaction with experience sub-scale (σ = 0.434, p = 0.005, 95%[0.141;0.657]).

3.4.1.2.Social variables

Table 3 – *Correlation of prosocial priming group for social variables*

	Social Perception	Intellectual Perception	Total Perception	VR Intervention	Reality Intervention	STAI A before	STAI A after
BS voice quality	-0.099 95[-0.395;0.219]	-0.026 95[-0.335;0.288]	-0.059 95[-0.364;0.257]	0.297 95[-0.016;0.557]	0.093 95[-0.225;0.393]	0.060 95[-0.256;0.365]	-0.119 95[-0.415;0.200]
BS conversation	-0.049 95[-0.355;0.267]	0.073 95[-0.244;0.376]	0.019 95[-0.294;0.329]	0.174 95[-0.145;0.461]	0.440* 95[0.149;0.661]	-0.101 95[0.218;0.536]	-0.313 95[-0.569;-0.002]
BS Non Verbal behavior	-0.216 95[-0.494;0.103]	-0.200 95[-0.482;0.119]	-0.223 95[-0.500;0.095]	0.033 95[-0.282;0.341]	-0.063 95[-0.367;0.254]	0.090 95[-0.228;0.390]	-0.080 95[-0.382;0.237]
BS total	-0.197 95[-0.479;0.122]	-0.167 95[-0.455;0.152]	-0.197 95[-0.479;0.122]	0.121 95[-0.198;0.364]	0.059 95[-0.257;0.364]	0.044 95[-0.271;0.351]	-0.216 95[-0.494;0.102]
VR intervention	0.050 95[-0.266;0.356]	0,261 95[-0.055;0.530]	0.166 95[-0.153,0.454]	-	0.381* 95[0.079;0.619]	-0.317* 95[-0.572;-0.006]	-0.538** 95[-0.727;-0.272]
Reality intervention	0.129 95[-0.190;0.424]	0.327* 95[0.017;0.579]	0.198 95[-0.121;0.480]	0.381* 95[0.079;0.619]	-	-0.360* 95[-0.603;-0.054]	-0.393* 95[-0.627;-0.092]
STAI A before	-0.059 95[-0.354;0.268]	-0.057 95[-0.362;0.259]	-0.062 95[-0.366;0.254]	-0.317* 95[-0.572;-0.006]	-0.360* 95[-0.603;-0.054]	-	0.392* 95[0.091;0.627]
STAI A after	-0.132 95[-0.426;0.187]	-0.097 95[-0.397;0.221]	-0.126 95[-0.421;0.193]	-0.538** 95[-0.727;-0.272]	-0.393* 95[-0.627;-0.092]	0.392* 95[0.091;0.627]	-

** : p < 0.005 ; ** : p < 0.001*

Social Perception : social adjectives on perception scale; Intellectual Perception : intellectual adjectives on perception scale; BS: Behavior Scale; VR Intervention: the willingness of participants to intervene in Virtual Reality; Reality Intervention: the willingness of participants to intervene in reality.

Table 4 – *Correlation of neutral priming group for sense of presence variable*

	EI	RJ	IC	V	S	Total	Social SP
Social Perception	-0.443** 95[-0.663;-0.153]	-0.063 95[-0.367;0.254]	0.212 95[-0.106,0.491]	0.067 95[-0.250;0.370]	0.021 95[-0.292;0.331]	-0.173 95[-0.460;0.146]	0.540** 95[0.274;0.729]
Intellectual Perception	-0.341* 95[-0.590;-0.033]	-0.046 95[-0.353;0.269]	-0.043 95[-0.350;0.272]	-0.066 95[-0.370;0.251]	-0.046 95[-0.352;0.270]	-0.217 95[-0.495;0.101]	0.403** 95[0.104;0.635]
Total Perception	-0.419** 95[-0.646;-0.123]	-0.062 95[-0.366;0.255]	0.138 95[-0.181;0.431]	0.025 95[-0.289;0.334]	-0.001 95[-0.312;0.311]	-0.202 95[-0.483;0.117]	0.533** 95[0.266;0.724]
BS voice quality	0.042 95[-0.273;0.349]	-0.147 95[-0.438;0.172]	0.035 95[-0.280;0.343]	-0.302 95[-0.560;0.011]	0.056 95[-0.260;0.361]	-0.199 95[-0.481;0.120]	-0.084 95[-0.386;0.233]
BS conversation	-0.118 95[-0.445;0.165]	-0.103 95[-0.402;0.215]	0.006 95[-0.306;0.317]	-0.308 95[-0.566;0.003]	0.155 95[-0.165;0.445]	-0.157 95[-0.405;0.212]	0.214 95[-0.104;0.493]
BS Non Verbal behavior	-0.400** 95[-0.633;-0.101]	0.081 95[-0.237;0.382]	0.228 95[-0.090;0.504]	-0.245 95[-0.517;0.072]	0.452** 95[0.151;0.662]	0.020 95[-0.330;0.293]	0.440** 95[0.149;0.661]
BS total	-0.256 95[-0.526;0.060]	-0.027 95[-0.336;0.287]	0.163 95[-0.156;0.452]	-0.318* 95[-0.573;-0.007]	0.362* 95[0.057;0.605]	-0.114 95[-0.411;0.205]	0.306 95[-0.006;0.564]
VR intervention	-0.319* 95[-0.573;-0.008]	0.019 95[-0.294;0.329]	0.155 95[-0.164;0.445]	-0.122 95[-0.418;0.197]	0.476** 95[0.193;0.686]	0.075 95[-0.242;0.377]	0.533** 95[0.265;0.724]
Reality intervention	-0.334* 95[-0.585;-0.026]	-0.017 95[-0.327;0.296]	0.023 95[-0.291;0.332]	0.022 95[-0.291;0.332]	0.461** 95[0.175;0.676]	0.095 95[-0.223;0.395]	0.366* 95[0.061;0.608]
STAI A before	0.311 95[-0.521;0.568]	-0.198 95[-0.480;0.121]	-0.017 95[-0.326;0.296]	-0.012 95[-0.322;0.301]	-0.240 95[-0.513;0.077]	-0.049 95[-0.355;0.267]	-0.101 95[-0.400;0.217]
STAI A after	0.623** 95[0.387;0.783]	-0.052 95[-0.358;0.264]	0.021 95[-0.292;0.331]	-0.045 95[-0.351;0.271]	-0.413** 95[-0.642;-0.117]	0.108 95[-0.211;0.406]	-0.590** 95[-0.761;-0.341]

** : p < 0.005 ; ** : p < 0.001*

SP subscale : EI: emotional implication, RJ : reality judgement and sense of presence, IC : interaction and external correspondence, V : influence of formal variables in reality judgement and sense of presence and S: satisfaction with the experience; Social Perception : social adjectives on perception scale; Intellectual Perception : intellectual adjectives on perception scale; BS: Behavior Scale; VR Intervention: the willingness of participants to intervene in Virtual Reality; Reality Intervention: the willingness of participants to intervene in reality.

Table 5 – *Correlation of neutral priming group for social variables*

	Social Perception	Intellectual Perception	Total Perception	VR Intervention	Reality Intervention	STAI A before	STAI A after
BS voice quality	-0.269 95[-0.536;0.046]	-0.041 95[-0.348;0.274]	-0.209 95[-0.489;0.110]	0.071 95[-0.246;0.375]	0.217 95[-0.101;0.495]	-0.042 95[-0.349;0.273]	0.060 95[-0.257;0.364]
BS conversation	0.101 95[-0.218;0.400]	0.183 95[-0.136;0.468]	0.135 95[-0.184;0.428]	0.285 95[-0.029;0.548]	0.085 95[-0.233;0.386]	0.100 95[-0.218;0.399]	-0.180 95[-0.465;0.140]
BS Non Verbal behavior	0.109 95[-0.210;0.407]	0.021 95[-0.293;0.330]	0.076 95[-0.241;0.379]	0.431** 95[0.138;0.655]	0.341* 95[0.033;0.590]	-0.133 95[-0.427;0.187]	-0.381* 95[-0.619;-0.079]
BS total	-0.003 95[-0.314;0.309]	0.037 95[-0.278;0.344]	0.011 95[-0.302;0.321]	0.424** 95[0.129;0.649]	0.395* 95[0.096;0.629]	-0.082 95[-0.384;0.235]	-0.265 95[-0.533;0.050]
VR intervention	0.436** 95[0.144;0.658]	0.341* 95[0.033;0.590]	0.430** 95[0.137;0.654]	-	0.705** 95[0.504;0.833]	-0.192 95[-0.475;0.127]	-0.534** 95[-0.725;-0.267]
Reality intervention	0.321* 95[0.010;0.575]	0.241 95[-0.076;0.514]	0.283 95[-0.032;0.546]	0.705** 95[0.504;0.833]	-	-0.465** 95[-0.678;-0.179]	-0.562** 95[-0.744;-0.304]
STAI A before	-0.172 95[-0.459;0.147]	-0.010 95[-0.321;0.302]	-0.128 95[-0.423;0.191]	-0.192 95[-0.475;0.127]	-0.465** 95[-0.678]	-	0.480** 95[0.199;0.689]
STAI A after	-0.498** 95[-0.701;-0.220]	-0.262 95[-0.530;0.054]	-0.453** 95[-0.670;-0.164]	-0.534** 95[-0.725;-0.267]	-0.562** 95[-0.744;-0.304]	0.480** 95[0.199;0.689]	-

** : p < 0.005 ; ** : p < 0.001*

Social Perception : social adjectives on perception scale; Intellectual Perception : intellectual adjectives on perception scale; BS: Behavior Scale; VR Intervention: the willingness of participants to intervene in Virtual Reality; Reality Intervention: the willingness of participants to intervene in reality.

The conversation subscale of the behavioural scale was seen to have a positive correlation with the proposal for intervention with a real audience. Proposal for intervention with a real audience was also found to be negatively correlated with social anxiety subscale of LSAS (σ = -0.508, p = 0.001, 95%[-0.708;-0.233]), avoidance (σ = -0.556, p = 0.000, 95%[-0.740;-0.296]) and total social anxiety (σ = -0.586, p = 0.000, 95%[-0.759;-0.335]).

Anxiety after immersion (STAI Y-A after) was seen as being negatively correlated with the proposal for intervention in virtual reality and in physical reality. Also, we noted that the proposal for intervention in virtual reality correlated negatively with STAI YB (r = -0.439, p = 0.005, 95%[-0.660;-0.147]), social anxiety (r = -0.421, p = 0.007, 95%[-0.647;-0.126]), avoidance (r = -0.451, p = 0.004, 95%[-0.668;-0.162]) and total social anxiety (-0.450, p = 0.004, 95%[-0.668;-0.161]). (see Table 3)

3.4.2. Neutral priming group

3.4.2.1.Sense of presence variable

In the neutral priming group, the total perception scale was noted to be negatively correlated with the sub-scale of sense of presence emotional implication, and positively correlated with the sense of social presence. The non-verbal behavioral subscale was found to be negatively correlated with the emotional involvement SP sub-scale, and positively correlated both with satisfaction with the experience and social SP. Finally, proposals for intervention in virtual reality and in reality, were both positively correlated with satisfaction with the experience of SP and social SP. (see Table 4)

3.4.2.2.Social variables

There was a positive correlation between the social perception (social adjectives of perception scale) of the class and the intervention in virtual reality and in reality. We found positive correlations between intellectual perception and intervention in virtual reality. The latter was correlated with total perception and the non-verbal and total behavioral scale. The intervention in reality had these same two correlations (nonverbal behavior; total behavioral scale). The intervention in reality was also negatively correlated with social anxiety (σ = -0.359, p = 0.023, 95% [-0.603;-0.053]). Post-immersion anxiety (STAI Y-A after) was seen to be negatively correlated with social perception, general perception and non-behavior. In addition, anxiety after immersion was negatively linked to the proposal for intervention in virtual reality and to physical reality. (see Table 5)

4. Discussion

The main goal of this study was to investigate the effect of social priming on the perception of virtual others and social behavior. We used a social priming task on non-clinical participants. As we had hypothesized, the pro-social priming group had a better perception of the class than the neutral priming group. Priming enhanced the desire for affiliation, which increased focus on others. This focus orientation guides the effect of priming on perception of others (Lakin & Chartrand, 2003b). Indeed, many studies have shown that it is possible to influence the perception of others thanks to priming such as "fidelity"priming (Hertel et al., 2002), "warmth" (Williams & Bargh, 2008) or "morality" (Smeesters et al., 2010). This priming greatly influences the perception that we have of others and as well as the behavior with which we respond to them (Kelley & Stahelski, 1970; Smeesters et al., 2010). We anticipate a potential situation for which we are preparing by modifying our behavior. In the famous study, Williams & Bargh (2008) have shown that primed perception of someone has an impact on behavior. A perception of a warm interlocutor encourages altruistic behavior. In addition, this is what we find in our study. In our two groups, a more positive public perception is linked to greater volunteering to intervene with real classes to talk about their experience. In addition, the pro-social priming group had a more socially positive vision of the class, adopted more prosocial verbal and nonverbal behavior. The priming of "prosociality" primed the prosociality concept among participants, which facilitated the expression of the behavior stereotypically associated with this concept (Carver et al., 1983). The participants' active self-concept shifts towards a more pro-social identity (Rosenberg et al., 2013). This is what Hansen and Wänke demonstrated in 2009. They primed participants with the concept of "housekeeper" or "professor". The professor-primed group was more successful and confident. In addition, the prosocial perception of interlocutors reinforced this behavior by creating a feeling of trust. Participants perceived others as encouraging and friendly so they did not fear negative judgment. In other words, our priming task affected the perception of participants about virtual others. This new perception acted like priming, which affected our participants' behavior by activating the prosociality concept and creating a trustful context.

In virtual reality, the sense of social presence develops a realistic perception of the characters encountered. It depends on an individual's ability to gain access to the perception, intelligence and intentions of others. In our sample, the higher was the sense of social presence, the more we found a positive perception of the class. This result is congruent with those reported by Bouchard et al., (2013) or Roth et al., (2019): A high social presence lead to a more authentic perception of avatars, promoting empathy and pro-social behaviors toward them. Indeed, the

sense of social presence has two components: the first being intimacy, which is the feeling of connection with the other, and immediacy, which is the sense of being in the same place, and interacting with a real individual. Perception would, therefore, be more related to intimacy (i.e. eye contact, proximity, smile, Burgoon et al., 1984) while behavior would be more related to immediacy which is based on interaction (i.e. verbal and non-verbal signals Walther, 1992). However, our experiment did not allow interaction, which explains why we did not find a link between social presence and the pro-social behavior of our participants. In our study, the lack of feedback from the class probably interfered between involvement and possibilities for action in the environment, thus influencing the sense of social presence and the image only for the class participants who did not respond directly to his words.

We were also intrigued by the quality of the sense of presence during the immersion, which is an important variable which guarantees the expression of emotions, behaviors and cognitions similar to those that one would have in physical reality. Surprisingly, the group that received neutral priming had a higher sense of presence than the group that received pro-social priming. We hypothesized that without social initiation, the participants were more sensitive to the context of the experience. They focused on the virtual experience as being new and fun, while the group that received pro social priming focused on the avatars.

Finally, we studied the interactions between individual variables and prosocial behaviors. In the two groups, the degree of social anxiety influenced the proposal for intervention in reality and virtual reality. In the prosocialy primed group, participants were also less willing to volunteer when they had a high level of general anxiety (trait and current anxiety). Thus, intervention proposals seem to be more impacted by dispositional anxiety. These results were similar to those of Neuberg (1988), suggesting that priming influences the subject's behavior in interaction with his predispositions. Furthermore, the anxiety felt during the experiment affected the sociality in the neutral group. State anxiety after immersion was negatively correlated with the positive perception of the avatars and social behaviours. The behaviors presented at the time would therefore be more dependent on interindividual variables in the neutral group and more on the priming in the prosocial group. Indeed, the prosocial group did not show a link between state anxiety and prosocial behavior during immersion, even though our two groups did not differ on the state anxiety scores.

4.1.Limitations:

The primary limitation of our study is the "non-clinical" nature of the sample. Indeed, in the absence of difficulties in social interactions and skills, we quickly reached a ceiling effect for the priming of pro-social behaviors. This could impact the correlations with other variables and in particular the correlations between class perception and pro-social behavior. On the other hand, with the emergence of these behaviors in our pro-social group not being linked to anxiety or other individual variables, everything suggests that the type of priming is indeed responsible for the difference between our two groups. Another limit, and as often noticed in studies conducted among psychology students: the absence of male participants in the study.

5. Conclusion:

In conclusion, this study shows that an experimental task such as a social priming task can improve others' perception and enhance prosocial verbal and non-verbal behaviors during a virtual reality social task. Furthermore, the quality of perception influences prosocial behaviors once the immersion is over, in interaction with the subjects' predispositions. This study thus highlights the tractable nature of social behavior and brings new considerations about associating experimental priming with virtual reality that may be useful for the enhancing of social skills. Social priming tasks can be useful to promote the learning of social skills amongst patients who present deficits, in a more ecological environment by virtual reality. This study underlines advantages of VR, it increases the motivation to learn by making the experience more engaging thanks to the sense of presence (Heeter, 2003b; Mantovani et al., 2003). In this study, prosocial behaviors are also improved by the degree of satisfaction with the experience which is a subscale of the presence questionnaire. It is important to promote a sense of presence in VR to improve prosocial behavior in a therapeutic setting.

Acknowledgments

We are grateful to the Provence-Alpes-Côte d'Azur Regional Council for his financial support. We would like to express our gratitude towards C2CARE for the provision of their software for this research.

Declarations of interest

The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Bibliography

Banos, R., Quero, S., & Salvador, S. (2005). The role of presence and reality judgement in virtual environments in clinical psychology.

Bargh, J. A., Chen, M., & Burrows, L. (1996). Automaticity of social behavior: Direct effects of trait construct and stereotype-activation on action. Journal of Personality and Social Psychology, 71(2), 230–244.

Bargh, John A., Gollwitzer, P. M., Lee-Chai, A., Barndollar, K., & Trötschel, R. (2001). The automated will: Nonconscious activation and pursuit of behavioral goals. Journal of Personality and Social Psychology, 81(6), 1014–1027. https://doi.org/10.1037/0022-3514.81.6.1014

Botella, C., Baños, R. M., Perpiñá, C., Palacios, A. G., & Riva, G. (2004). Virtual Reality and Psychotherapy. In Cybertherapy: Internet and Virtual Reality As Assessment and Rehabilitation Tools for Clinical Psychology and Neuroscience (Studies in Health Technology and Informatics) (1st ed., p. 271). IOS Press.

Bouchard, S., Bernier, F., Boivin, É., Dumoulin, S., Laforest, M., Guitard, T., Robillard, G., Monthuy-Blanc, J., & Renaud, P. (2013). Empathy Toward Virtual Humans Depicting a Known or Unknown Person Expressing Pain. Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking, 16(1), 61–71. https://doi.org/10.1089/cyber.2012.1571

Bouchard, S., Dumoulin, S., Robillard, G., Guitard, T., Klinger, É., Forget, H., Loranger, C., & Roucaut, F. X. (2017). Virtual reality compared with in vivo exposure in the treatment of social anxiety disorder: A three-arm randomised controlled trial. British Journal of Psychiatry, 210(4), 276–283. https://doi.org/10.1192/bjp.bp.116.184234

Burgoon, J. K., Buller, D. B., Hale, J. L., & de Turck, M. A. (1984). Relational Messages Associated with Nonverbal Behaviors. Human Communication Research, 10(3), 351–378. https://doi.org/10.1111/j.1468-2958.1984.tb00023.x

Carver, C. S., Ganellen, R. J., Froming, W. J., & Chambers, W. (1983). Modeling: An analysis in terms of category accessibility. Journal of Experimental Social Psychology, 19(5), 403–421. https://doi.org/10.1016/0022-1031(83)90019-7

Daher, S., Kim, K., Lee, M., Schubert, R., Bruder, G., Bailenson, J., & Welch, G. (2017). Effects of Social Priming on Social Presence with Intelligent Virtual Agents. In J. Beskow, C. Peters, G. Castellano, C. O'Sullivan, I. Leite, & S. Kopp (Eds.), Intelligent Virtual Agents (Vol. 10498, pp. 87–100). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-67401-8_10

Dijksterhuis, A., Aarts, H., Bargh, J. A., & van Knippenberg, A. (2000). On the Relation between Associative Strength and Automatic Behavior. Journal of Experimental Social Psychology, 36(5), 531–544. https://doi.org/10.1006/jesp.2000.1427

Forgas, J. P., & Bower, G. H. (1987). Mood Effects on Person-Perception Judgments. 8.

Freeman, D., Reeve, S., Robinson, A., Ehlers, A., Clark, D., Spanlang, B., & Slater, M. (2017). Virtual reality in the assessment, understanding, and treatment of mental health disorders. Psychological Medicine, 47(14), 2393–2400. https://doi.org/10.1017/S003329171700040X

Ginsberg, F. (2012). Les effets automatiques de l'activation du stéréotype associé aux personnes en situation de handicap sur les performances de motricité fine [Thesis, Strasbourg]. http://www.theses.fr/2012STRAJ070

Hansen, J., & Wänke, M. (2009). Think of Capable Others and You Can Make It! Self-Efficacy Mediates the Effect of Stereotype Activation on Behavior. Social Cognition, 27(1), 76–88. https://doi.org/10.1521/soco.2009.27.1.76

Heeter, C. (2003). Reflections on Real Presence by a Virtual Person. Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 12(4), 335–345. https://doi.org/10.1162/105474603322391587

Hertel, G., Aarts, H., & Zeelenberg, M. (2002). What do you think is 'fair'? Effects of ingroup norms and outcome control on fairness judgments. European Journal of Social Psychology, 32(3), 327–341. https://doi.org/10.1002/ejsp.92

IJsselsteijn, W. (2002). Elements of a multi-level theory of presence. 16.

Kelley, H. H., & Stahelski, A. J. (1970). Social interaction basis of cooperators' and competitors' beliefs about others. Journal of Personality and Social Psychology, 16(1), 66–91. https://doi.org/10.1037/h0029849

Lakin, J. L., & Chartrand, T. L. (2003). Using Nonconscious Behavioral Mimicry to Create Affiliation and Rapport. Psychological Science, 14(4), 334–339. https://doi.org/10.1111/1467-9280.14481

Leighton, J., Bird, G., Orsini, C., & Heyes, C. (2010). Social attitudes modulate automatic imitation. Journal of Experimental Social Psychology, 46(6), 905–910. https://doi.org/10.1016/j.jesp.2010.07.001

Levy, B. (1996). Improving memory in old age through implicit self-stereotyping. Journal of Personality and Social Psychology, 71(6), 1092–1107. https://doi.org/10.1037//0022-3514.71.6.1092

Liebowitz, M. R. (1987). Social phobia. Modern Problems of Pharmacopsychiatry, 22, 141–173. https://doi.org/10.1159/000414022

Macrae, C. N., & Johnston, L. (1998). Help, I Need Somebody: Automatic Action and Inaction. Social Cognition, 16(4), 400–417. https://doi.org/10.1521/soco.1998.16.4.400

Mantovani, F., Castelnuovo, G., Gaggioli, A., & Riva, G. (2003). Virtual Reality Training for Health-Care Professionals. CyberPsychology & Behavior, 6(4), 389–395. https://doi.org/10.1089/109493103322278772

Mesa-Gresa, P., Gil-Gómez, H., Lozano-Quilis, J.-A., & Gil-Gómez, J.-A. (2018). Effectiveness of Virtual Reality for Children and Adolescents with Autism Spectrum Disorder: An Evidence-Based Systematic Review. Sensors, 18(8), 2486. https://doi.org/10.3390/s18082486

Neuberg, S. L. (1988). Behavioral Implications of Information Presented Outside of Conscious Awareness: The Effect of Subliminal Presentation of Trait Information on Behavior in the Prisoner's Dilemma Game. Social Cognition, 6(3), 207–230. https://doi.org/10.1521/soco.1988.6.3.207

Peperkorn, H. M., & Muhlberger, A. (2013). The Impact of Different Perceptual Cues on Fear and Presence in Virtual Reality. In Annual Review of Cybertherapy and Telemedicine 2013: Positive Technology and Health Engagement for Healthy Living and Active Ageing (pp. 75–79). IOS Press.

Rosenberg, R. S., Baughman, S. L., & Bailenson, J. N. (2013). Virtual Superheroes: Using Superpowers in Virtual Reality to Encourage Prosocial Behavior. PLOS ONE, 8(1), e55003. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0055003

Roth, D., Bloch, C., Schmitt, J., Frischlich, L., Latoschik, M. E., & Bente, G. (2019). Perceived Authenticity, Empathy, and Pro-social Intentions evoked through Avatar-mediated Self-disclosures. Proceedings of Mensch Und Computer 2019, 21–30. https://doi.org/10.1145/3340764.3340797

Rothbaum, B. O., Hodges, L., Smith, S., Lee, J. H., & Price, L. (2000). A controlled study of virtual reality exposure therapy for the fear of flying. Journal of Consulting and Clinical Psychology, 1020–1026.

Sagles, S. E., Coley, S., Espiritu, G., Zahregian, P., & Velayo, R. (2002). Effects of Racial Background and Sex on Identifying Facial Expressions and Person Perception. Psi Chi Journal of Psychological Research, 7(1), 31–37. https://doi.org/10.24839/1089-4136.JN7.1.31

Sallnäs, E.-L. (2005). Effects of Communication Mode on Social Presence, Virtual Presence, and Performance in Collaborative Virtual Environments. Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 14(4), 434–449. https://doi.org/10.1162/105474605774785253

Short, J., Williams, E., & Christie, B. (1976). The Social Psychology of Telecommunications. John Wiley and Sons Ltd.

Smeesters, D., Wheeler, S. C., & Kay, A. C. (2010). Chapter 5 - Indirect Prime-to-Behavior Effects: The Role of Perceptions of the Self, Others, and Situations in Connecting Primed Constructs to Social Behavior. In Advances in Experimental Social Psychology (Vol. 42, pp. 259–317). Academic Press. https://doi.org/10.1016/S0065-2601(10)42005-5

Spielberger, C. D. (1983). Manual for the State-Trait Anxiety Inventory STAI (Form Y) ("Self-Evaluation Questionnaire"). http://ubir.buffalo.edu/xmlui/handle/10477/1873

Trower, P., Bryant, B., & Argyle, M. (1978). Social Skills and Mental Health (Psychological Medicine, Vol. 8). Cambridge University Press. https://www.cambridge.org/core/journals/psychological-medicine/article/social-skills-and-mental-health-by-p-trower-b-bryant-and-m-argyle-pp-306-illustrated-775-hb-490-university-pb-methuen-london-1978/81B1AA90CFDFF1C0FDA4A100CCE89B22

WALTHER, J. B. (1992). Interpersonal Effects in Computer-Mediated Interaction: A Relational Perspective. Communication Research, 19(1), 52–90. https://doi.org/10.1177/009365092019001003

Wheeler, S. C., DeMarree, K. G., & Petty, R. E. (2007). Understanding the Role of the Self in Prime-to-Behavior Effects: The Active-Self Account. Personality and Social Psychology Review, 11(3), 234–261. https://doi.org/10.1177/1088868307302223

Williams, L. E., & Bargh, J. A. (2008). Experiencing Physical Warmth Promotes Interpersonal Warmth. Science, 322(5901), 606–607. https://doi.org/10.1126/science.1162548

Notre étude a montré une nouvelle fois l'efficacité d'un amorçage pro-social sur la modification de la perception qu'un utilisateur a d'un auditoire virtuel en réalité virtuelle. La même tâche d'amorçage a permis, dans un environnement différent, de moduler la perception sociale des agents virtuels visualisés dans l'environnement. De plus, la socialité de cette perception favorise le bénévolat et l'aide dans la réalité.

Cette étude a également mis en avant la capacité de l'amorçage à favoriser des comportements verbaux et non verbaux prosociaux. En effet, l'amorçage du concept de « pro-socialité » a facilité l'expression du comportement associé au concept renforcé par la perception des interlocuteurs eux-mêmes perçu comme pro-sociaux. Le concept de soi actif du participant est réorienté vers une identité plus prosociale ce qui les rend plus performants socialement (comportement pro-sociaux) et plus confiants (bénévolat en réalité). De plus, compte tenu de leurs similitudes sur les échelles d'anxiété, il semble que le comportement du groupe neutre ait davantage été impacté par les prédispositions anxieuses des participants, alors que le comportement du groupe pro-social a lui subit l'effet de l'amorçage.

Notre étude a également souligné l'importance du sentiment de présence sociale dans la perception des avatars. La force de la présence sociale conduit à une perception plus authentique des avatars favorisant l'empathie et les comportements prosociaux. Il y a donc une interaction entre la perception et le concept d'intimité dans le sentiment de présence sociale, et entre le comportement et l'immédiateté qui se base sur l'interaction. Hélas notre environnement ne permettait pas d'interaction réciproque ce qui a pu amoindrir les corrélations entre le sentiment de présence sociale et le comportement non verbal observé.

En résumé, cette étude montre qu'une tâche expérimentale telle qu'une tâche d'amorçage social peut améliorer la perception que l'on a d'autres personnes même virtuelles, mais également favoriser l'émergence de comportements pro sociaux. De plus, la qualité de la perception influence les comportements prosociaux une fois l'immersion terminée, en interaction avec les prédispositions du sujet. Cette étude met ainsi en évidence la nature traitable du comportement social et apporte de nouvelles considérations sur l'association de l'amorçage expérimental à la réalité virtuelle qui peuvent être utiles pour l'amélioration des compétences sociales. La tâche d'amorçage social peut être utile pour promouvoir l'apprentissage des compétences sociales auprès des patients qui présentent des difficultés dans leurs compétences sociales dans un environnement plus écologique par la réalité virtuelle.

Synthèse études 3 et 4

Ces deux recherches ont permis de mettre en avant l'utilisation conjointe de l'amorçage et de la réalité virtuelle dans la modification de la perception sociale et des comportements en réalité virtuelle. La première étude a montré que l'amorçage d'un concept de « pro-socialité » a un impact, bien plus important qu'un amorçage conceptuel d'« anti-socialité », sur la perception qu'un utilisateur a d'un public virtuel en réalité virtuelle. Nous avons donc poursuivi dans ce sens en exploitant l'efficacité de l'amorçage « prosocial » afin d'observer si son effet sur la perception était vérifiable dans un autre contexte, et surtout si cette modification perceptuelle avait un impact sur le comportement comme démontré dans la littérature. Notre deuxième étude a une nouvelle fois montré l'efficacité de ce type d'amorçage sur la perception qu'un utilisateur a d'un auditoire virtuel en réalité virtuelle. Et comme nous nous y attendions, l'amorçage prosocial a permis aux comportements prosociaux d'émerger. L'activation du concept de prosocialité a rendu la perception des avatars plus prosociale en orientation l'attention des participants vers les agents virtuels avec lesquels ils souhaitaient s'affilier, et a encouragé un comportement en ce sens aux participants qui étaient alors dans un environnement renforçant et sécurisant. Car en effet, comme nous l'avons noté dans les parties précédentes, la crainte d'un jugement négatif de la part d'autrui est un frein au développement de compétences sociales et à l'émergence de comportements sociaux.

Ces études sont novatrices dans le sens où elles illustrent la possibilité d'utiliser et d'observer l'effet de l'amorçage dans un contexte virtuel face à un public qui ne l'est pas moins. Cela ouvre de grandes possibilités d'utilisations thérapeutiques compte tenu des atouts de la réalité virtuelle et de l'amorçage. En effet, le caractère ludique, et motivant de la réalité virtuelle est un atout non négligeable, mais il permet également de proposer des environnements presque illimités et toujours plus écologiques que le cabinet du thérapeute. Dans le cadre des jeux de rôles utiles à la formation aux compétences et habiletés sociales, la réalité virtuelle devient un outil très intéressant par le nombre de situations qu'elle propose et leur ressemblance avec la réalité que connait le patient. Il semble alors plus évident pour lui de transposer ses acquis à la réalité. Associée à l'amorçage, la réalité virtuelle facilite et encourage un comportement prosocial renforcé par l'absence de jugement perçu par les interlocuteurs virtuels vu comme eux même prosociaux. Cette situation renforce la confiance du patient qui, cherche l'affiliation et se sent alors plus capable et sera plus susceptible de reproduire ces comportements dans la réalité. C'est ce que nous montre notre deuxième étude, la socialité de la perception favorise l'acceptation du bénévolat qui prend la forme d'une intervention devant un public réel de lycéens, afin de parler de son parcours scolaire.

Partie 4 : Discussion générale et perspectives futures

Témoins de l'essor de la réalité virtuelle dans le champ de la psychothérapie, nous avons souhaité aborder ce sujet sous un jour nouveau. En effet, les recherches et les utilisations de la RV en tant qu'outil thérapeutique pour l'exposition aux phobies dans le champ des TCC se sont multipliées et ont largement prouvé son efficacité et leur pertinence. Mais les possibilités illimitées de la réalité virtuelle en font un atout considérable pour son application à d'autres aspects d'une thérapie. Malgré la pluralité des environnements virtuels, leur similitude avec le monde réel, leur adaptabilité et leur reproductibilité, la RV n'a pas encore montré tout son potentiel dans l'application aux jeux de rôle. Pourtant, et comme nous l'avons vu, les difficultés sociales dues à un déficit au niveau des habiletés et compétences sociales sont courantes dans une grande partie des pathologies psychiatriques. De plus, et notamment grâce au sentiment de présence, la réalité virtuelle permet de vivre la situation de façon très similaire à la réalité émotionnellement, cognitivement et comportementalement parlant. Elle offre des environnements graduables, variés et sécures et permet d'augmenter motivation et engagement dans la thérapie. L'ensemble de ces avantages associés au manque dans la recherche et la prise en charge nous ont motivé à étudier les possibilités d'utilisation de la réalité virtuelle comme outil dans les jeux de rôle en psychothérapie. Inspirés par la recherche sur l'amorçage et ses effets positifs sur les comportements sociaux, nous avons souhaité aborder l'utilisation conjointe de ces outils dans un objectif clair mais ambitieux : compléter nos connaissances théoriques sur la réalité virtuelle et les notions d'amorçages en psychothérapie, dans le but d'ouvrir la voie à l'élaboration d'un outil novateur dans l'entrainement aux compétences sociales dans un milieu écologique et facilitateur. Dans un premier chapitre nous avons défini les facteurs explicatifs des troubles des interactions sociales présents dans de nombreuses pathologies, mais aussi auprès de la population générale. Nous avons ainsi explicité des facteurs environnementaux comme la parentalité (Trower et al., 1978b), la relation aux pairs (Phillips et al., 1951), l'attitude envers l'environnement (Trower et al., 1978b) ; et les facteurs cognitifs comme la perception sociale et la théorie de l'esprit (Baron-Cohen, 1997), l'empathie et l'insight. Mais nous avons surtout pu pointer du doigt l'importance des comportements non-verbaux dans la qualité du message transmis (Kelly et al., 1999) et sa compréhension. Ces difficultés sont généralement retrouvées dans les pathologies psychiatriques illustrées dans ce manuscrit (par exemple la schizophrénie, l'anxiété sociale, la dépression). Elles sont prises en charge en thérapie grâce au travail cognitif comme la restructuration cognitive, puis par la mise en pratique de techniques de communication par le jeu de rôle. Ces techniques, souvent l'affirmation de soi, sont efficaces mais montrent certaines limites. En effet, lorsque le patient s'entraine aux compétences sociales par les jeux de rôle en thérapie individuelle, ses premiers

exercices se font avec le thérapeute qui joue le rôle d'un partenaire social dans une conversation. Dans le cas d'une thérapie de groupe, ce sont les autres patients, également concernés par un déficit de compétences sociales, qui jouent le rôle d'interlocuteurs. Dans ces deux cas, la situation est très éloignée des situations que rencontre le patient dans sa vie quotidienne. De plus, on note un fort taux d'abandon dans ces thérapies qui sont très impliquantes compte tenu des changements à opérer, et demandent donc une motivation toute particulière (Kurtz & Mueser, 2008). Pour compenser ces déficits, certains auteurs ont eu l'idée d'utiliser la réalité virtuelle comme outil thérapeutique. Son caractère ludique est un excellent atout thérapeutique puisqu'il augmente la motivation et l'implication (Ku et al., 2007). C'est ce que nous illustrons dans le deuxième chapitre de cette thèse dans lequel nous développons la pertinence de l'utilisation de cet outil en thérapie, ses qualités et les facteurs les permettant. La réalité virtuelle est en mesure de fournir des environnements écologiques avec des scénarios sociaux presque illimités et de reproduire les conditions sociales (S. Wallace et al., 2010). Park et ses collaborateurs en 2011 mais aussi Kandalaft et ses collègues en 2012, ont d'ailleurs prouvé l'efficacité de tels environnements médiatisés dans l'entrainement aux compétences sociales. Mais comment améliorer sa pertinence en personnalisant l'expérience, en augmentant le renforcement décrit par les participants de l'étude de Park et ses collaborateurs (2011) et en améliorant le sentiment de présence ? Des études récentes ont utilisé les techniques d'amorçage pour influencer le comportement social. C'est ce que nous avons développé dans un troisième chapitre compte tenu de la pertinence de ce paradigme. En effet, l'amorçage peut conduire à l'émergence de comportements sociaux positifs comme la générosité (Lamy et al., 2008), la chaleur (Williams & Bargh, 2008) ou encore l'imitation, formant un élément important de la communication non verbale comme nous l'avons souligné dans le premier chapitre de ce manuscrit (Lakin & Chartrand, 2003).). Par ailleurs, Leighton et ses collaborateurs ont montré en 2010 qu'il était possible d'augmenter la production de comportements sociaux dans un but d'affiliation à l'aide d'une tâche d'amorçage. Cette tâche appelé *Scrambled Sentence Task* (SST, Srull & Wyer, 1979) propose un exercice de manipulation de mots reliés au concept que l'on souhaite amorcer. Cet amorçage fait émerger chez l'individu la recherche d'un but social et dirige son attention vers son environnement social dont il perçoit mieux les indices. L'amorçage peut donc stimuler la recherche d'un but social rendant plus attentif à l'autre, mais peut également influencer la perception que l'on a de l'autre, ce qui sera renforçateur ou punitif. Nous avons vu qu'un individu pourra se montrer plus agressif (Carver et al., 1983) ou hostile (Herr, 1986) s'il a la perception que son interlocuteur l'est après amorçage (Carver et al., 1983). A contrario, il pourra se montrer plus loyal (Hertel & Kerr, 2001) ou généreux (Williams &

Bargh, 2008b) s'il perçoit son interlocuteur comme ayant ces qualités. Hertel et ses collaborateurs (2002) sont d'ailleurs clairs sur le sujet : la perception des autres peut affecter le comportement d'un individu s'il estime que les autres personnes peuvent influer sur sa vie (Hertel et al., 2002). L'amorçage aura tendance à activer les schémas comportementaux en anticipation d'une utilisation potentielle de ces comportements en réponse à la situation perçue (Smeesters et al., 2010). De fait, une perception positive stimulera la volonté d'affiliation, ce qui augmentera les comportements en ce sens.

Cette revue de la question nous a conduit à faire le constat qu'il était pertinent d'utiliser la réalité virtuelle non seulement pour le travail d'exposition, mais aussi pour le travail autour des habiletés sociales qui concerne un pan important de la population clinique et non clinique. La réalité virtuelle offre un terrain idéal aux jeux de rôle formateurs. Elle nous a également permis de comprendre la pertinence de l'amorçage dans le développement de ces compétences. Nous avons alors voulu combiner ces deux outils pour tirer avantage de chacun et construire un outil adaptable, complet et renforçateur pour l'entrainement aux compétences sociales. Cette association n'a que peu été faite dans le milieu de la recherche. Les rares fois où elle a été exploitée, l'objectif des chercheurs se tournait davantage vers une amélioration de l'immersion en réalité virtuelle en favorisant le sentiment de présence (Daher et al., 2017; Gorini et al., 2011; Nunez & Blake, 2003). Pourtant, Park et ses collaborateurs (2011) ont noté un gain de compétences sociales, un sentiment de performance, et une motivation supérieure chez des patients présentant une schizophrénie dans une situation d'apprentissage des compétences sociales en réalité virtuelle. De très bons résultats ont également été soulignés par d'autres recherches sur ce type de population (Adery et al., 2018; Rus-Calafell et al., 2014;). Mais seules quelques études ont commencé à travailler sur l'intérêt de cette association pour favoriser des comportements prosociaux. Par exemple, Rosenberg et ses collaborateurs (2013) ont pu augmenter les comportements d'aide de leurs participants grâce à l'amorçage « superpouvoir » en réalité virtuelle. Mais cette étude utilise la réalité virtuelle en elle-même comme tâche d'amorçage, et n'évalue pas l'effet d'un amorçage extérieur sur la réalité virtuelle. C'est sur cet axe que nous avons souhaité travailler. Nous avons alors débuté nos recherches à la base en vérifiant notre compréhension des avatars. En effet, proposer un environnement virtuel dans l'entrainement aux compétences sociales nécessite une utilisation d'agents virtuels avec lesquels interagir. Comprendre ces agents, leurs expressions et leurs émotions est nécessaire pour créer une relation sociale crédible et efficace qui sera utile pour les objectifs qui leur seront assignés. Dans une première étude, nous avons évalué les capacités des participants non

cliniques à reconnaitre les émotions positives et négatives de quatre types de visages. Le but était de savoir s'il existe des différences dans l'identification de ces visages, si nous sommes capables de comprendre aussi bien un visage virtuel qu'un visage humain et enfin si cette compréhension dépend de la structure du visage. Plus précisément, si le réalisme, par la maximalisation des détails, est nécessaire à la bonne compréhension de l'émotion. Pour tester cela, le premier visage présenté était un visage humain, le second celui d'un avatar, le troisième représentait la structure du visage de l'avatar mais sans ses textures, et le dernier était un visage robotique. Les participants étaient évalués sur une tâche de reconnaissance face à un ordinateur, sur leur rapidité et leur taux de bonnes réponses. L'étude a montré que nos participants étaient capables d'identifier la valence des émotions de visages virtuels aussi bien et aussi rapidement que sur des visages humains. Bien que nos participants étaient essentiellement des jeunes femmes, et qu'il ait été prouvé que les femmes ont tendance à mieux identifier les émotions (Lawrence et al., 2015) et que l'âge amoindrit les capacités de reconnaissance des émotions négatives, certains résultats se sont avérés intéressants. Parmi eux, on retrouve les mêmes caractéristiques d'identification que pour les visages humains, à savoir que les expressions à valence positive sont reconnues plus rapidement grâce au sourire qui forme un indice non ambigu permettant d'identifier l'expression faciale (Adolphs et al., 2002; Leppänen & Hietanen, 2004). Ces résultats sont encourageants pour l'utilisation des agents virtuels comme des avatars en réalité virtuelle puisque la lisibilité de leurs émotions permet une communication verbale et non verbale de qualité. Mais l'étude mériterait d'être reconduite dans un environnement virtuel. En effet, nous avons utilisé des photographies. Par définition, les images sont statiques et certaines émotions peuvent être plus difficiles à identifier de cette manière. On sait par exemple que, dans le cas des robots, il est plus évident de reconnaître certaines émotions (colère, dégoût, peur) quand elles sont physiquement présentes par rapport à quand elles sont affichées sur un écran (Lazzeri et al., 2015). Quoi qu'il en soit, la familiarisation avec les traits humains auxquels nous sommes exposés depuis notre plus jeune âge, et la capacité des développeurs à créer des avatars réalistes et humanoïdes, permettent cette identification et la facilitent même à travers un écran. D'ailleurs, dans notre étude, plus les visages s'éloignaient d'un visage humain, plus les performances s'effondraient. Les visages robotiques demandaient plus de temps d'analyse et les visages ambigus, tels que l'avatar non texturé et le visage robotique, provoquaient de meilleures performances dans l'identification des expressions à valence négative. En effet, l'ambiguïté d'un visage augmente la méfiance de l'observateur qui va orienter son attention vers les stimuli négatifs afin de pouvoir agir en cas de danger (Cheetham et al., 2015; Lazzeri et al., 2015; Zajonc, 1998). Lorsque le visage perd en ambiguïté,

il gagne en lisibilité, et ce même s'il s'agit d'un robot. Cet effet a pu être mis en évidence par des auteurs tels que Raffard et ses collaborateurs en 2016. Cependant, ces exigences en termes de réalisme sont parfois à l'origine d'un autre type de problème. A partir d'un certain niveau de réalisme, la vraisemblance devient un sérieux handicap provoquant un sentiment de malaise, une impression désagréable à l'observateur. C'est ce que Mori théorise déjà en 1970 sous le nom d'« Uncanny Valley » ou « Vallée de l'étrange ». Il arrive un moment où si l'agent est trop ressemblant à un humain tout en conservant certains défauts, ces derniers apparaissent comme particulièrement monstrueux et dérangeant, comme lorsque l'on observe un zombie par exemple. Le degré de familiarité contraste trop franchement avec les défauts, rappelant que l'agent n'est pas un être vivant alors qu'on s'attend à des comportements humains de sa part. Ainsi, au cœur de cette vallée, l'agent n'est pas considéré comme un agent imitant maladroitement un humain, mais comme un humain incapable d'agir comme ses semblables. Cela pourrait traduire une pathologie ou des caractéristiques semblables aux zombies et aux cadavres, instinctivement rejetés par les individus humains. En revanche, au-delà de cette vallée, l'agent est considérablement plus accepté. Cette théorie, bien que controversée, a eu un impact considérable sur la robotique et l'animation 3D. Il est conseillé aux concepteurs de ne pas tenter d'atteindre le deuxième pic de familiarité présent après la vallée de l'étrange, compte tenu du risque encouru de ne pas l'atteindre. Le conseil donné est de se contenter du premier pic de familiarité et d'affinité afin de garantir un effet positif des agents (MacDorman, 2019). C'est parce qu'ils n'ont pas la prétention d'atteindre le deuxième pic que les avatars présentés dans notre étude ont pu obtenir de si bons résultats. Leur identification en tant qu'agent humanoïde était suffisante pour les comprendre et interpréter les expressions de leur visage, mais permettait également de conserver un degré d'affinité et de familiarité pertinent. Il s'agit ici, encore une fois, d'une preuve qu'il n'est pas utile de pousser le réalisme à l'extrême en réalité virtuelle pour obtenir des immersions environnementale et sociale intéressantes. En effet, comme nous l'avons exposé dans le deuxième chapitre, le sentiment de présence qui est le garant d'une immersion réussie, est impacté non seulement par des facteurs technologiques mais aussi et surtout par des facteurs individuels. Ce sont ces derniers qui expliquent la différence d'adhésion à cet outil en fonction des utilisateurs. Permettre un sentiment de familiarité avec un environnement virtuel est suffisant pour développer un sentiment de présence acceptable et permettre une bonne immersion. De plus, comme nous venons de le voir, rendre les avatars « trop » réalistes fait courir un risque majeur d'entrer dans la « vallée de l'étrange » anéantissant ainsi tous les efforts d'immersion et de socialité dans l'environnement. Il convient donc de privilégier l'utilisation d'un avatar conservant les caractéristiques d'un

personnage virtuel afin de ne pas briser les sentiments de présence et de présence sociale, indispensables aux thérapies numériques, ou de ne pas générer d'émotions négatives indésirables.

Face à ce constat positif et à la qualité de notre perception des émotions d'agents virtuels, qui permet d'outre passer le phénomène de la vallée de l'étrange pour profiter de ce qu'offre la réalité virtuelle, nous souhaitions comprendre ce qui peut rendre l'immersion plus convaincante. Comme décrit précédemment et explicité dans le deuxième chapitre de ce manuscrit, le sentiment de présence est un paradigme indispensable à la réussite d'une thérapie en réalité virtuelle. Il est le garant d'une immersion réussie et donc des effets de la thérapie et de leur transfert dans la réalité. Dans notre volonté de bénéficier des avantages de l'amorçage et de la réalité virtuelle, nous avons souhaité vérifier l'impact de ce dernier sur le sentiment de présence en réalité virtuelle au cours d'une seconde étude. Cette volonté a été motivée par les rares études que nous avons pu rapprocher de nos objectifs. En effet, les recherches encourageantes sur le sujet ne mentionnent pas clairement l'utilisation d'une tâche d'amorçage, pourtant, les tâches proposées semblent s'y rapporter. Nunez et Blake en 2003 ont par exemple proposé un livret contextualisant l'environnement virtuel. Ce livret agit comme une amorce mais la piètre qualité de l'environnement proposé dans l'expérience, de l'aveu même des auteurs, n'a pas permis d'observer d'effet sur le sentiment de présence. Sur la même base, Gorini et ses collaborateurs ont reproduit une expérience similaire en 2011 sans que le terme d'amorçage ne soit clairement mentionné. Pourtant, l'utilisation d'un contexte précédant l'immersion pour influencer la perception de l'environnement peut raisonnablement être définie par un tel terme. Les participants qui avaient reçu une contextualisation anxiogène avant l'environnement ont noté un fort taux de sentiment de présence et une fréquence cardiaque démultipliée. La contextualisation a amorcé des concepts motivants et stimulants qui ont rendu l'expérience plus engageante. Les auteurs soulignent, sans réellement parler d'amorçage, que l'immersion et la narration sont des caractéristiques importantes qui doivent être prises en compte afin de créer une expérience de réalité virtuelle efficace. Effectivement, elles contribuent à l'émergence du sentiment de présence mais aussi à l'illusion de lieu en l'absence de présence physique dans ce même lieu. Un récit qui contextualise l'expérience virtuelle génère une action fondée et contrôlée par les besoins, les motivations et les objectifs du sujet qui contribuent à induire une réponse émotionnelle et à renforcer le sentiment de présence. Selon Nunez et Blake (2003), les souvenirs d'expériences antérieures dans des situations similaires ont facilité l'interprétation de l'environnement. Par conséquent, l'amorçage pourrait

être une variable modératrice du sentiment de présence en agissant sur la cognition de l'utilisateur. Ces résultats nous ont encouragés à penser que l'utilisation claire de l'amorçage contextuel pouvait augmenter le sentiment de présence. L'utilisation de l'amorçage activerait des indices en mémoire permettant de stimuler le sentiment de familiarité (environnement virtuel familier avec le contexte amorcé), que l'utilisateur associerait à sa perception de l'environnement pour limiter les incohérences. Dans cette deuxième étude nous avons donc étudié l'impact d'un amorçage contextuel sur le sentiment de présence dans un environnement virtuel par l'activation d'un sentiment de familiarité. Pour cela nous avons utilisé des articles à valence émotionnelle neutre, mais avec des détails descriptifs et des sujets spécifiques. Le premier article portait sur le thème du ménage et n'activait pas de thème particulier. Le deuxième article traitait de l'université, faisant écho à la fois à l'environnement connu par la plupart des participants qui étaient des étudiants de licence, mais également à l'environnement virtuel proposé par la suite et qui représentait une salle de classe en tout point semblable à celles côtoyées à l'université. Les résultats sont sans appel et ont souligné que l'utilisation d'un amorçage contextuel permet de moduler le sentiment de présence perçu et rapporté par les utilisateurs. L'amorçage a pré-activé le domaine scolaire et a préparé à l'environnement virtuel. De fait, l'environnement était cohérent avec les attentes des participants, conduisant à une augmentation du sentiment de familiarité et augmentant à son tour le sentiment de présence. L'impression d'avoir déjà été sur place agit sur le sentiment de présence par le parallèle établi entre l'environnement virtuel et les souvenirs. Lorsque l'on regarde en détails les variables du sentiment de présence évaluées, on observe que le jugement de réalité est également favorisé par l'amorçage qui active les concepts associés à l'école et, ainsi, place le participant dans une dynamique d'évaluation bien connue. Cette cohérence entre les attentes et l'environnement favorise le phénomène d'absorption et le sentiment de réalité. Pour autant nous n'avons pas noté de différence sur le sentiment de présence sociale perçu par nos participants. Ce résultat nous permet d'être confiant au sujet de l'effet de notre tâche d'amorçage en émettant l'hypothèse que les variations et différences soulignées n'étaient pas dépendantes d'une perception ou d'une sensibilité aux avatars différente entre nos groupes. Bien que ces résultats restent vagues et mériteraient une reproduction de l'étude sur un plus grand échantillon, ils permettent d'avoir de nouvelles pistes sur la façon dont on perçoit l'environnement virtuel et dont on s'y immerge. Ainsi, l'amorçage peut être une alternative intéressante pour personnaliser l'expérience du participant afin d'augmenter son sentiment de présence perçu, et ce même dans un environnement standardisé. On peut imaginer contextualiser l'environnement comme étant une salle de classe, une salle de réunion, une intervention dans une école pour parler de son

métier etc. Grâce à l'amorçage, en plus de personnaliser l'environnement, le thérapeute peut permettre au patient d'entrer davantage dans l'environnement offrant ainsi un terrain favorable à l'apprentissage et à la thérapie.

Cette étude nous a conforté dans la capacité d'une tâche d'amorçage, extérieure à l'environnement virtuel, à avoir un impact sur la perception de cet environnement. Elle nous a montré que l'amorçage est non seulement exploitable mais aussi bénéfique à la réalité virtuelle. Nous avons donc, dans une troisième étude, évalué la capacité de l'amorçage à impacter la perception d'un environnement virtuel et plus particulièrement d'un public virtuel composé d'avatar. Comme nous l'avons vu précédemment, l'amorçage a la capacité d'influencer le comportement d'un individu en modifiant sa perception de lui-même et sa perception des autres. La perception que l'individu aura de ses interlocuteurs influencera, de la même manière son comportement. L'objectif étant de répondre aux comportements, associés à l'amorce, que l'individu va s'attendre à observer chez son interlocuteur (Carver et al., 1983; Herr, 1986; Hertel & Kerr, 2001; Williams & Bargh, 2008b). De plus, plus l'individu aura le sentiment que son interlocuteur peut impacter sa vie, plus la perception aura un impact sur son comportement (Hertel et al., 2002). Sans la possibilité de conséquences sur la vie de l'individu, l'amorce aura autant d'effet sur la perception qu'il aura des autres mais moins sur le comportement qu'il adoptera en réponse. Smeesters et al., (2010), supposent que l'amorçage aura tendance à activer les schémas comportementaux en prévision d'une utilisation potentielle pour répondre à la situation. Ainsi, la perception d'un sujet comme étant hostile, fait anticiper un comportement agressif voire dangereux, et augmente ce type de comportements. Une fois activé, le comportement aura tendance à s'exprimer. Mais face à une perception positive amorcée, la désirabilité sociale et la volonté d'affiliation augmenteront les comportements en ce sens. Pour vérifier ces paradigmes en condition expérimentale et leur expression en réalité virtuelle, nous avons associé cette dernière à l'amorçage. Malgré les avantages significatifs de ces deux paradigmes, et comme nous l'avons vu auparavant, peu d'études les combinent pour observer les effets de l'un sur l'autre. Certaines rares études ont observé l'impact d'un jeu prosocial sur le comportement des sujets. Cependant, dans ces recherches, les jeux prosociaux sont des amorces en soi (Gentile et al., 2009; Greitemeyer & Osswald, 2010; R. S. Rosenberg et al., 2013) mais aucune ne semble avoir étudié l'impact de l'amorçage sur la réalité virtuelle et l'expérience de cette dernière. Plus précisément, aucune étude n'est venue observer la capacité de l'amorçage à moduler la perception qu'un sujet a d'un public virtuel. Afin d'utiliser la réalité virtuelle comme outil thérapeutique pour le jeu de rôle dans la formation aux compétences sociales, nous avons

voulu vérifier s'il était possible de modifier la perception que nous avons des avatars virtuels grâce à l'amorçage, en stimulant la volonté d'affiliation et donc l'attention portée à autrui (Lakin & Chartrand, 2003b). Notre recherche a clairement montré qu'il était possible de modifier la perception qu'un individu a d'un public virtuel en réalité virtuelle grâce à l'amorçage. L'amorçage a montré son efficacité en levant l'ambiguïté de la situation en y apportant une interprétation à laquelle les participants ont adhéré, lissant les incohérences entre attentes et réalité ce qui a permis de favoriser un sentiment de présence. Plus spécifiquement, nous avons mis en évidence l'efficacité d'un amorçage prosocial pour induire une perception positive et prosociale d'un public virtuel, par rapport à un amorçage neutre et un amorçage antisocial. L'amorçage a permis d'activer l'ensemble des concepts associés à la pro-socialité, favorisant un désir d'affiliation qui a conduit les participants à orienter leur attention vers le public. Ce déplacement du focus attentionnel a orienté l'effet de l'amorçage sur la perception du public et non la perception que les participants avaient d'eux-mêmes (Lakin et Chartrand, 2003). Notre recherche nous a permis également de nous rendre compte qu'il était difficile d'induire une perception négative au travers d'un amorçage dit « antisocial ». Cette découverte rejoint les résultats de Del-Monte et ses collaborateurs (2014), qui n'ont pas observé de différence comportementale entre des groupes ayant reçu un amorçage neutre ou un amorçage antisocial chez des participants atteints de schizophrénie. Cet élément, mais aussi notre capacité à identifier plus rapidement les émotions positives chez les humains et chez les avatars que nous avons souligné dans notre première recherche, nous confortent dans l'utilisation de l'association amorçage/réalité virtuelle comme outil de formation plus que comme un outil d'exposition dans le développement des compétences sociales. L'étude a donc montré qu'une tâche expérimentale telle qu'une tâche d'amorçage social peut modérer la perception que l'on a des personnages virtuels, et devenir un outil très intéressant dans la formation aux compétences sociales. La tâche d'amorçage social peut être utile pour faciliter l'apprentissage des compétences sociales en renforçant le patient dans un environnement plus écologique par la réalité virtuelle. L'étape suivante est de vérifier si l'effet de l'amorçage sur la perception impacte également, et dans le même sens, le comportement prosocial de l'individu. Car en effet, le comportement suivant un effet d'assimilation ou de contraste, nous ne pouvons prédire le sens de cet effet s'il existe. De nombreuses preuves se sont accumulées sur l'utilisation de tâches d'amorçage pour induire un sentiment d'attitude sociale. Elles ont montré que l'amorçage avait tendance à faciliter l'émergence de ces comportements notamment en termes de coopération (Schröder & Thagard, 2013). Over et Carpenter (2009) ont montré qu'un jeune enfant apprêté par des photographies évoquant une affiliation est plus susceptible d'aider une

personne dans le besoin. Nelson et Norton (2005) ont indiqué que les participants amorcés avec la catégorie super-héros étaient plus susceptibles d'accepter un travail de bénévole et ont proposé plus d'heures d'engagement que les participants d'autres conditions. Ces résultats confirment que l'activation d'une action (attitude sociale) conduit à des comportements sociaux. On retrouve le même type de résultat dans l'étude de Rosenberg et ses collaborateurs en 2013. Dans leur étude, la combinaison de l'amorçage et de la réalité virtuelle (en l'utilisant comme amorce) a augmenté les comportements de coopération post-immersion dans la vie réelle (Rosenberg et al., 2013). Cette combinaison de la réalité virtuelle et de l'amorçage pourrait donc avoir des applications intéressantes chez les patients ayant des troubles dans les relations interpersonnelles. Pour vérifier cela, nous avons poussé l'investigation dans une quatrième étude. Son objectif était de vérifier la capacité de l'amorçage à moduler la perception d'un public virtuel dans un autre environnement, mais également de vérifier si cette perception favorisait un comportement prosocial. Le but étant d'activer les comportements associés aux groupes prosociaux, afin d'encourager et de former les participants à développer une perception plus sociale et des comportements prosociaux dans un environnement écologique et réaliste. Nos résultats se sont avérés très positifs. Cette fois encore l'étude a montré que l'amorçage prosocial avant immersion agit sur la perception d'un public virtuel visualisé pendant l'immersion. La même tâche d'amorçage a donc permis, dans un environnement différent, de moduler la perception sociale des agents virtuels rencontrés dans l'environnement. En plus de valider à nouveau ce que nous avions souligné dans la précédente étude, les résultats mettent en évidence que cette socialité a pu avoir un impact sur les comportements d'aide en dehors de l'immersion, par du bénévolat par exemple. Mais pas seulement ! L'amorçage prosocial a favorisé les comportements verbaux et non-verbaux prosociaux en facilitant l'expression de ces comportements associés au concept de « pro-socialité », et renforcés par la perception des interlocuteurs comme étant prosociaux. Le concept de soi actif du participant est réorienté vers une identité plus prosociale, ce qui les rend plus performants socialement (comportement pro-sociaux) et plus confiants (bénévolat en réalité). Toutefois, la nature non-clinique de notre échantillon a pu limiter les résultats. En l'absence de difficultés dans les interactions sociales, les participants atteignent un effet plafond dans l'émergence de comportements prosociaux. Cela a pu réduire les corrélations avec d'autres variables notamment entre la perception et les comportements. Néanmoins, compte tenu de leurs similitudes sur les échelles d'anxiété, il semble que le comportement du groupe neutre ait davantage été impacté par les prédispositions anxieuses des participants, alors que le comportement du groupe prosocial a lui subit l'effet de l'amorçage. Notre étude a également souligné l'importance du sentiment de présence sociale

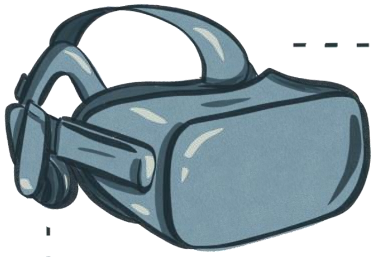
dans la perception des avatars. La force de la présence sociale conduit à une perception plus authentique des avatars, favorisant l'empathie et les comportements prosociaux. Il y a donc une interaction entre la perception et le concept d'intimité dans le sentiment de présence sociale, et entre le comportement et l'immédiateté qui se base sur l'interaction. Hélas notre environnement ne permettait pas d'interaction réciproque ce qui a pu amoindrir les corrélations entre le sentiment de présence sociale et le comportement non verbal observé. Cette étude met ainsi en évidence la nature traitable du comportement social et apporte de nouvelles considérations sur l'association de l'amorçage expérimental à la réalité virtuelle, qui peut être bénéfique pour l'amélioration des compétences sociales. La tâche d'amorçage social peut ainsi s'avérer utile pour promouvoir l'apprentissage des compétences sociales auprès des patients présentant des difficultés dans leurs compétences sociales dans un environnement plus écologique par la réalité virtuelle. Ces études sont novatrices dans le sens où elles illustrent la possibilité d'utiliser et d'observer l'effet de l'amorçage dans un contexte virtuel face à un public qui ne l'est pas moins. Cela ouvre de grandes possibilités d'utilisations thérapeutiques compte tenu des atouts de la réalité virtuelle et de l'amorçage. En effet, le caractère ludique, et motivant de la réalité virtuelle est un atout non négligeable, mais il permet également de proposer des environnements presque illimités et toujours plus écologiques que le cabinet du thérapeute. Dans le cadre des jeux de rôles utiles à la formation aux compétences et habiletés sociales, la réalité virtuelle devient un outil très intéressant par le nombre de situations qu'elle propose et leur ressemblance avec la réalité que connait le patient. Il semble alors plus évident pour lui de transposer ses acquis à la réalité. Associée à l'amorçage, la réalité virtuelle facilite et encourage un comportement prosocial, renforcé par l'absence de jugement perçu par les interlocuteurs virtuels vu comme eux même prosociaux. Cette situation renforce la confiance du patient qui cherche l'affiliation, et qui se sent alors plus confiant et sera plus susceptible de reproduire ces comportements dans la réalité. C'est ce que montre notre quatrième étude ; la perception de la socialité favorise l'acceptation du bénévolat qui prend la forme d'une intervention devant un public réel de lycéens, afin de parler de son parcours scolaire.

La suite logique de ces études serait de les tester auprès d'un public clinique présentant des troubles dans les interactions sociales. Comme nous l'avons vu dans notre introduction, les difficultés sociales s'expriment différemment selon les pathologies. Ainsi, une évaluation de l'effet de l'amorçage sur différentes pathologies pourrait être intéressante afin d'évaluer la capacité de chaque trouble à répondre favorablement à ce type de thérapie. Nous savons déjà que les patients présentant une schizophrénie répondent favorablement à l'amorçage prosocial

par SST (Del-Monte, et al., 2014), mais il reste à savoir si ces comportements peuvent s'exprimer en réalité virtuelle. Après identification des patients pouvant répondre favorablement à ce programme, il serait pertinent d'en proposer un en plusieurs séances afin de renforcer et encrer les effets bénéfiques observés durant nos expériences. Y-a-t-il un bénéfice à la répétition de l'expérience ? Est-ce que réitérer l'expérience permet d'automatiser ces comportements ? Le programme peut-il inclure une gradation des environnements pour aller du plus confortable au plus inconfortable ? Ou encore, est-ce qu'une séance peut suffire ? Également, est-ce qu'en reproduisant l'expérience sous forme de programme et auprès d'un public clinique, on peut observer des comportements prosociaux émergeant en réalité virtuelle, mais aussi et surtout, est-ce que ces comportements se transfèrent dans la réalité du patient ? Comment se traduisent ces changements ? la confiance ressentie juste après l'expérience s'étend-t-elle à la vie quotidienne ? Toute ces questions méritent que l'on y réponde en continuant les investigations. Pour cela, il semble incontournable de rendre l'amorçage plus subtil. En effet, il semble difficile de proposer une tâche d'amorçage telle que la SST à plusieurs reprises, en prétendant qu'elle n'a ni lien ni impact sur la tâche d'immersion. On sait également que l'amorçage perd en efficacité lorsqu'il est conscient. Il pourrait donc être pertinent d'évaluer différentes façons d'amorcer le concept de prosocialité, qui s'intégreraient davantage au format de la thérapie. Nous pensons par exemple à amorcer le concept grâce à l'environnement virtuel en lui-même à l'instar de Qu et ses collaborateurs (2013) qui ont utilisé l'environnement pour amorcer des concepts permettant de limiter le champ des possibles conversationnels. On peut donc imaginer utiliser des affiches, des photos, ou des vidéos dans une salle d'attente virtuelle, ou dans une salle de classe ou de conférence telles que celles utilisées dans nos expériences par exemple. Mais on peut également imaginer installer des affiches dans la salle d'attente réelle du thérapeute, diffuser une musique avec messages subliminaux adaptés au patient comme l'ont fait Zidani et ses collaborateurs en 2015 auprès d'une patiente touchée par l'anxiété sociale. Les auteurs ont ainsi, avec la patiente, déterminé des suggestions liées au concept sémantique à activer (en remplacement à celui qu'elle activait automatiquement). Ces phrases étaient alors enregistrées et mixées avec de la musique 20 à 30 décibels plus forte que les phrases. La musique avait vocation à relaxer la patiente et devait être écoutée 20 minutes deux fois par jour. Sur ce modèle, il pourrait être intéressant d'évaluer l'effet d'un tel enregistrement personnalisé sur les comportements prosociaux dans l'environnement virtuel.

Limites

Toutefois, quelques limites peuvent être reprochés à ce travail. Premièrement, citons les limites liées aux échantillons utilisés dans nos recherches. En effet, bien que statistiquement satisfaisants, les échantillons restent réduits à quelques dizaines de participants limitant ainsi la généralisation des résultats. Par ailleurs, la nature des échantillons, à savoir les étudiants en psychologie de l'université de Nîmes pour la plupart des participants, a généré un déséquilibre dans la représentation des sexes. En effet, les échantillons étaient largement composés de participantes de sexe féminin, et en grande minorité de participants de sexe masculin. Enfin, notre recherche étant tout à fait inédite et novatrice dans ses propositions, nous avons souhaité mettre à l'épreuve nos hypothèses auprès d'un public non clinique. Bien que cela ne représente pas une limite en soi, ce choix peut apparaitre comme tel en terme d'évaluation. En effet, les participants ne présentant pas de problématique psychopathologique diagnostiquée, certains outils d'évaluation tels que la grille comportementale ont pu rapidement atteindre un effet plafond lissant les différences individuelles. Une échelle plus détaillée ou plus adaptée à un public non clinique mériterait d'être testée afin de mieux comprendre les enjeux des variables interindividuelles sur les comportements dans ce type de conditions. De plus, il n'existe pas, à notre connaissance, d'échelle d'évaluation des comportements prosociaux validée scientifiquement. L'échelle construite, bien que soigneusement préparée, pourrait ainsi constituer une limite. Par d'ailleurs, certains comportements pro-sociaux, tels que le contact visuel ou les comportements liés aux interactions conversationnelles (comme le temps de parole, les tours de paroles, etc.), n'ont pu être évalués compte tenu du fait que le regard est masqué par le casque de réalité virtuelle et que les environnements ne permettent pas un feedback personnalisé de la part des avatars. Enfin, le manque de consensus autour du sentiment de présence et la disparité des outils d'évaluation rendent les recherches sur le sujet complexes et limitent les résultats et leur discussion.



Partie 5 : Conclusion

Ce travail de thèse a permis de mettre en évidence la pertinence d'une utilisation conjointe de l'amorçage et de la réalité virtuelle tant dans une démarche d'amélioration de l'expérience que dans un objectif d'influencer les perceptions et comportements des utilisateurs. Nos résultats ont démontré que ce paradigme était un formidable outil de personnalisation de la réalité virtuelle auquel les utilisateurs adhèrent. En effet, l'amorçage s'est avéré être un très bon modérateur de la perception des utilisateurs rendant l'immersion plus importante par l'augmentation du sentiment de présence, et modulant la perception du public virtuel.

Cette perception a permis une modification du comportement en réalité virtuelle et en dehors de ce monde virtuel. Le couple amorçage/réalité virtuelle facilite et encourage l'émergence de comportements prosociaux qui est alors renforcé par l'absence de jugement perçu de la part des interlocuteurs virtuels. En effet, ces derniers sont perçus comme ayant un caractère prosocial, ce qui renforce la confiance de l'utilisateur qui cherche l'affiliation et se sent alors plus capable et sera plus susceptible de reproduire ces comportements dans la réalité. C'est ce que nous montre notre dernière étude, la socialité de la perception favorise l'acceptation du bénévolat qui prend la forme d'une intervention devant un public réel de lycéens, afin de parler de son parcours scolaire. Nos résultats mettent en évidence le caractère malléable et potentiellement traitable du comportement social et apportent de nouvelles considérations sur l'association de l'amorçage expérimental et de la réalité virtuelle. L'amorçage social peut ainsi favoriser l'émergence de comportements sociaux chez des participants tout venants.

La suite logique de ce travail serait à la fois d'évaluer l'impact d'un amorçage social sur un public clinique présentant des troubles des habiletés sociales, mais également d'imaginer des manières d'appliquer cet amorçage social de façon plus subtile afin de préserver son caractère non-conscient et, ainsi, son efficacité au fil des répétitions de l'entrainement. Cette répétition de l'exercice semble tout à fait possible compte tenu de nos résultats concernant l'effet de la satisfaction de l'expérience sur l'émergence des comportements prosociaux.

Le caractère ludique, nouveau, motivant et engageant de la réalité virtuelle rend l'expérience plus acceptable et satisfaisante. Par ailleurs, dans notre dernière étude, ce degré de satisfaction était positivement corrélé avec l'émergence de comportements prosociaux. L'acceptabilité de la réalité virtuelle et l'adhérence du patient à ce type de thérapie dépend également en grande partie du sentiment de présence ressenti, qui reste encore la zone d'ombre dans le domaine. Le manque de consensus et la pluralité des outils d'évaluation du sentiment de présence freinent la recherche et l'exploitation des résultats, rendant ses facteurs d'émergence flou. Néanmoins, nous avons pu souligner l'intérêt et l'impact du contexte, qu'il est possible d'apporter par

amorçage, et du sentiment de familiarité. Encore une fois, l'amorçage a permis de personnaliser l'expérience individuellement, augmentant le sentiment de familiarité et de présence. L'amorçage est donc un outil puissant pour moduler la perception de l'environnement virtuel dans un but d'adhésion à l'environnement ou plus encore, de modulation du comportement.

Références générales

Adery, L. H., Ichinose, M., Torregrossa, L. J., Wade, J., Nichols, H., Bekele, E., Bian, D., Gizdic, A., Granholm, E., Sarkar, N., & Park, S. (2018). The acceptability and feasibility of a novel virtual reality based social skills training game for schizophrenia: Preliminary findings. *Psychiatry Research*, *270*, 496–502. https://doi.org/10.1016/j.psychres.2018.10.014

Adolphs, R. (1999). Social cognition and the human brain. *Trends in Cognitive Sciences*, *3*(12), 11.

Adolphs, R., Baron-Cohen, S., & Tranel, D. (2002). Impaired Recognition of Social Emotions following Amygdala Damage. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *14*(8), 1264–1274. https://doi.org/10.1162/089892902760807258

Aglioti, S. M., Cesari, P., Romani, M., & Urgesi, C. (2008). Action anticipation and motor resonance in elite basketball players. *Nature Neuroscience*, *11*(9), 1109–1116. https://doi.org/10.1038/nn.2182

Alden, L. E., & Wallace, S. T. (1995). Social phobia and social appraisal in successful and unsuccessful social interactions. *Behaviour Research and Therapy*, *33*(5), 497–505. https://doi.org/10.1016/0005-7967(94)00088-2

Alkawaz, M. H., & Basori, A. H. (2012). The effect of emotional colour on creating realistic expression of avatar. *Proceedings of the 11th ACM SIGGRAPH International Conference on Virtual-Reality Continuum and Its Applications in Industry - VRCAI '12*, 143. https://doi.org/10.1145/2407516.2407555

American Psychiatric Association. (2015). *Diagnostic and statistical manual of mental disorder—Fifth edition* (Fifth edition). Elsevier Masson. https://www.amazon.fr/dp/B011VPZ0NO/ref=dp-kindle-redirect?_encoding=UTF8&btkr=1

Amies, P. L., Gelder, M. G., & Shaw, P. M. (1983). Social Phobia: A Comparative Clinical Study. *The British Journal of Psychiatry*, *142*(2), 174–179. https://doi.org/10.1192/bjp.142.2.174

Andreasen, N. C. (1979). Affective flattening and the criteria for schizophrenia. *The American Journal of Psychiatry*, *136*(7), 944–947. https://doi.org/10.1176/ajp.136.7.944

Anzieu, D., & Martin, J.-Y. (2013). *La dynamique des groupes restreints*. PRESSES UNIVERSITAIRES DE FRANCE - PUF.

Argyle, M. (1972). Non-verbal communication in human social interaction. In *Non-verbal communication* (pp. xiii, 443–xiii, 443). Cambridge U. Press.

Argyle, M. (1976). Personality and social behaviour. *Personality*.

Argyle, M., Alkema, F., & Gilmour, R. (1971). The communication of friendly and hostile attitudes by verbal and non-verbal signals. *European Journal of Social Psychology*, *1*(3), 385–402. https://doi.org/10.1002/ejsp.2420010307

Argyle, M., & Dean, J. (1965). Eye-Contact, Distance and Affiliation. *Sociometry*, *28*(3), 289–304. JSTOR. https://doi.org/10.2307/2786027

Argyle, M., Ingham, R., Alkerna, F., & McCallan, M. (1973). The different functions of gaze. In *Nonverbal communication, interaction, and gesture* (pp. 283–295).

Argyle, M., Salter, V., Nicholson, H., Williams, M., & Burgess, P. (1970). The Communication of Inferior and Superior Attitudes by Verbal and Non-verbal Signals*. *British Journal of Social and Clinical Psychology*, *9*(3), 222–231. https://doi.org/10.1111/j.2044-8260.1970.tb00668.x

Armitage, C. J., & Conner, M. (2000). Social cognition models and health behaviour: A structured review. *Psychology & Health*, *15*(2), 173–189. https://doi.org/10.1080/08870440008400299

Bailenson, J. N., Blascovich, J., Beall, A. C., & Loomis, J. M. (2001). Equilibrium Theory Revisited: Mutual Gaze and Personal Space in Virtual Environments. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, *10*(6), 583–598. https://doi.org/10.1162/105474601753272844

Bailenson, J. N., Blascovich, J., Beall, A. C., & Loomis, J. M. (2003). Interpersonal Distance in Immersive Virtual Environments. *Personality and Social Psychology Bulletin*, *29*(7), 819–833. https://doi.org/10.1177/0146167203029007002

Bailenson, J. N., & Yee, N. (2005). Digital Chameleons: Automatic Assimilation of Nonverbal Gestures in Immersive Virtual Environments. *Psychological Science*, *16*(10), 814–819. https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2005.01619.x

Banerjee, A., & Jirsa, V. K. (2007). How do neural connectivity and time delays influence bimanual coordination? *Biological Cybernetics*, *96*(2), 265–278. https://doi.org/10.1007/s00422-006-0114-4

Bangay, S., & Preston, L. (1998). An investigation into factors influencing immersion in interactive virua reality. *Virtual Environments in Clinical Psychology and Neuroscience : Methods and Techniques in Advanced Patient-Therapist Interaction*, 43–51.

Baños, R., Botella, C., García-Palacios, A., Villa, H., Perpiñá, C., & Gallardo, M. (1999). Psychological Variables and Reality Judgment in Virtual Environments: The Roles of

Absorption and Dissociation. *CyberPsychology & Behavior*, *2*(2), 143–148. https://doi.org/10.1089/cpb.1999.2.143

Banos, R., Quero, S., & Salvador, S. (2005). *The role of presence and reality judgement in virtual environments in clinical psychology*.

Baños, R.M., Botella, C., Garcia-Palacios, A., Villa, H., Perpiña, C., & Alcañiz, M. (2000). Presence and Reality Judgment in Virtual Environments: A Unitary Construct? *CyberPsychology & Behavior*, *3*(3), 327–335. https://doi.org/10.1089/10949310050078760

Baños, Rosa María, Liaño, V., Botella, C., Alcañiz, M., Guerrero, B., & Rey, B. (2006). Changing Induced Moods Via Virtual Reality. In W. A. IJsselsteijn, Y. A. W. de Kort, C. Midden, B. Eggen, & E. van den Hoven (Eds.), *Persuasive Technology* (pp. 7–15). Springer Berlin Heidelberg.

Bargh, J. A., Chen, M., & Burrows, L. (1996). Automaticity of social behavior: Direct effects of trait construct and stereotype-activation on action. *Journal of Personality and Social Psychology*, *71*(2), 230–244.

Bargh, John A. (1990). Auto-motives: Preconscious determinants of social interaction. In *Handbook of motivation and cognition: Foundations of social behavior, Vol. 2*. (pp. 93–130). The Guilford Press.

Bargh, John A., Gollwitzer, P. M., Lee-Chai, A., Barndollar, K., & Trötschel, R. (2001). The automated will: Nonconscious activation and pursuit of behavioral goals. *Journal of Personality and Social Psychology*, *81*(6), 1014–1027. https://doi.org/10.1037/0022-3514.81.6.1014

Barker, R. G., & Wright, H. Fletcher. (1954). *Midwest and its children; the psychological ecology of an American town*. Row, Peterson. https://catalog.hathitrust.org/Record/001110091

Barlow, D. H. (2004). *Anxiety and Its Disorders, Second Edition: The Nature and Treatment of Anxiety and Panic* (Second Edition). The Guilford Press.

Baron-Cohen, S. (1997). *Mindblindness: An Essay on Autism and Theory of Mind*. MIT Press.

Baus, O., & Bouchard, S. (2010). The sense of olfaction: Its characteristics and its possible applications in virtual environments. *Journal of CyberTherapy and Rehabilitation*, *3*(1), 31–51.

Baus, O., & Bouchard, S. (2017). Exposure to an unpleasant odour increases the sense of Presence in virtual reality. *Virtual Reality*, *21*(2), 59–74. https://doi.org/10.1007/s10055-016-0299-3

Beck, A. T., Steer, R. A., Ball, R., & Ranieri, W. F. (1996). Comparison of Beck Depression Inventories-IA and-II in Psychiatric Outpatients. *Journal of Personality Assessment*, *67*(3), 588–597. https://doi.org/10.1207/s15327752jpa6703_13

Bernieri, F. J. (1988). Coordinated movement and rapport in teacher-student interactions. *Journal of Nonverbal Behavior*, *12*(2), 120–138. https://doi.org/10.1007/BF00986930

Billinghurst, M., & Weghorst, S. (1995). The use of sketch maps to measure cognitive maps of virtual environments. *Virtual Reality Annual International Symposium, 1995. Proceedings.*, 40–47. https://doi.org/10.1109/VRAIS.1995.512478

Biocca, F., Harms, C., & Burgoon, J. K. (2003). Toward a More Robust Theory and Measure of Social Presence: Review and Suggested Criteria. *In Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 456–480.

Bordnick, P. S., Graap, K. M., Copp, H. L., Brooks, J., & Ferrer, M. (2005). Virtual Reality Cue Reactivity Assessment in Cigarette Smokers. *CyberPsychology & Behavior*, *8*(5), 487–492. https://doi.org/10.1089/cpb.2005.8.487

Borgeat, F., O'Connor, K. P., Amado, D. P., & St-Pierre-Delorme, M.-E. (2013). Psychotherapy Augmentation through Preconscious Priming. *Frontiers in Psychiatry*, *4*. https://doi.org/10.3389/fpsyt.2013.00015

Botella, C., García-Palacios, A., Villa, H., Baños, R. M., Quero, S., Alcañiz, M., & Riva, G. (2007). Virtual reality exposure in the treatment of panic disorder and agoraphobia: A controlled study. *Clinical Psychology & Psychotherapy*, *14*(3), 164–175. https://doi.org/10.1002/cpp.524

Botella, Cristina, Baños, R. M., Perpiñá, C., Palacios, A. G., & Riva, G. (2004). Virtual Reality and Psychotherapy. In *Cybertherapy: Internet and Virtual Reality As Assessment and Rehabilitation Tools for Clinical Psychology and Neuroscience (Studies in Health Technology and Informatics)* (1st ed., p. 271). IOS Press.

Botella, Cristina, Baños, R. M., Villa, H., Perpiñá, C., & García-Palacios, A. (2000). Virtual reality in the treatment of claustrophobic fear: A controlled, multiple-baseline design. *Behavior Therapy*, *31*(3), 583–595. https://doi.org/10.1016/S0005-7894(00)80032-5

Bouchard, S., Baus, O., Bernier, F., & McCreary, D. R. (2010). Selection of Key Stressors to Develop Virtual Environments for Practicing Stress Management Skills with Military Personnel Prior to Deployment. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, *13*(1), 83–94. https://doi.org/10.1089/cyber.2009.0336

Bouchard, S., Bernier, F., Boivin, É., Dumoulin, S., Laforest, M., Guitard, T., Robillard, G., Monthuy-Blanc, J., & Renaud, P. (2013). Empathy Toward Virtual Humans Depicting

a Known or Unknown Person Expressing Pain. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, *16*(1), 61–71. https://doi.org/10.1089/cyber.2012.1571

Bouchard, S., Dumoulin, S., Robillard, G., Guitard, T., Klinger, É., Forget, H., Loranger, C., & Roucaut, F. X. (2017). Virtual reality compared with *in vivo* exposure in the treatment of social anxiety disorder: A three-arm randomised controlled trial. *British Journal of Psychiatry*, *210*(4), 276–283. https://doi.org/10.1192/bjp.bp.116.184234

Bouchard, S., St-Jacques, J., Robillard, G., & Renaud, P. (2008). Anxiety Increases the Feeling of Presence in Virtual Reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, *17*(4), 376–391. https://doi.org/10.1162/pres.17.4.376

Breazeal, C. (2003). Emotion and sociable humanoid robots. *International Journal of Human-Computer Studies*, *59*(1–2), 119–155. https://doi.org/10.1016/S1071-5819(03)00018-1

Brown, P., & Fraser, C. (1979). Speech as a marker of situation. In *Social markers in speech* (pp. 33–62). Cambridge University Press. https://pure.mpg.de/pubman/faces/ViewItemOverviewPage.jsp?itemId=item_66661

Bry, C., Follenfant, A., & Meyer, T. (2008). Blonde like me: When self-construals moderate stereotype priming effects on intellectual performance. *Journal of Experimental Social Psychology*, *44*(3), 751–757. https://doi.org/10.1016/j.jesp.2007.06.005

Buck, R. (1991). Social factors in facial display and communication: A reply to Chovil and others. *Journal of Nonverbal Behavior*, *15*(3), 155–161. https://doi.org/10.1007/BF01672217

Burgoon, J. K., Buller, D. B., Hale, J. L., & de Turck, M. A. (1984). Relational Messages Associated with Nonverbal Behaviors. *Human Communication Research*, *10*(3), 351–378. https://doi.org/10.1111/j.1468-2958.1984.tb00023.x

Cannon, M., Jones, P. B., & Murray, R. M. (2002). Obstetric Complications and Schizophrenia: Historical and Meta-Analytic Review. *American Journal of Psychiatry*, *159*(7), 1080–1092. https://doi.org/10.1176/appi.ajp.159.7.1080

Carpenter, W. B. (1874). *Principles of Mental Physiology: With Their Applications to the Training and Discipline of the Mind, and the Study of Its Morbid Conditions*. H. S. King & Company.

Carver, C. S., Ganellen, R. J., Froming, W. J., & Chambers, W. (1983). Modeling: An analysis in terms of category accessibility. *Journal of Experimental Social Psychology*, *19*(5), 403–421. https://doi.org/10.1016/0022-1031(83)90019-7

Cashdan, E. (1998). *Smiles, Speech, and Body Posture: How Women and Men Display Sociometric Status and Power*. https://doi.org/10.1023/A:1022967721884

Chaminade, T., Zecca, M., Blakemore, S.-J., Takanishi, A., Frith, C. D., Micera, S., Dario, P., Rizzolatti, G., Gallese, V., & Umiltà, M. A. (2010). Brain Response to a Humanoid Robot in Areas Implicated in the Perception of Human Emotional Gestures. *PLOS ONE*, *5*(7), e11577. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0011577

Chartrand, T. L., & Bargh, J. A. (1996). Automatic activation of impression formation and memorization goals: Nonconscious goal priming reproduces effects of explicit task instructions. *Journal of Personality and Social Psychology*, *71*(3), 464–478. https://doi.org/10.1037/0022-3514.71.3.464

Chartrand, T. L., & Bargh, J. A. (1999). The chameleon effect: The perception–behavior link and social interaction. *Journal of Personality and Social Psychology*, *76*(6), 893–910. https://doi.org/10.1037/0022-3514.76.6.893

Chartrand, T. L., & Bargh, J. A. (2001). *Automatic Activation of Impression Formation and Memorization Goals: Nonconscious Goal Priming Reproduces Effects of Explicit Task Instructions*. https://doi.org/10.1037//0022-3514.71.3.464

Cheetham, M., Wu, L., Pauli, P., & Jancke, L. (2015). Arousal, valence, and the uncanny valley: Psychophysiological and self-report findings. *Frontiers in Psychology*, *6*. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00981

Chien, H.-Y., Gau, S. S.-F., Hsu, Y.-C., Chen, Y.-J., Lo, Y.-C., Shih, Y.-C., & Tseng, W.-Y. I. (2015). Altered Cortical Thickness and Tract Integrity of the Mirror Neuron System and Associated Social Communication in Autism Spectrum Disorder. *Autism Research: Official Journal of the International Society for Autism Research*, *8*(6), 694–708. https://doi.org/10.1002/aur.1484

Churamani, N., Cruz, F., Griffiths, S., & Barros, P. (2016). *iCub: Learning Emotion Expressions using Human Reward*.

Clarke, A. D. B. (1972). Consistency and Variability in the Growth of Human Characteristics. *Developmental Medicine & Child Neurology*, *14*(5), 668–683. https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.1972.tb02655.x

Collins, A. M., & Loftus, E. F. (1975). A spreading-activation theory of semantic processing. *Psychological Review*, *82*(6), 407–428. https://doi.org/10.1037/0033-295X.82.6.407

Craig, T. K., Rus-Calafell, M., Ward, T., Leff, J. P., Huckvale, M., Howarth, E., Emsley, R., & Garety, P. A. (2018). AVATAR therapy for auditory verbal hallucinations in people with psychosis: A single-blind, randomised controlled trial. *The Lancet Psychiatry*, *5*(1), 31–40. https://doi.org/10.1016/S2215-0366(17)30427-3

Daher, S., Kim, K., Lee, M., Schubert, R., Bruder, G., Bailenson, J., & Welch, G. (2017). Effects of Social Priming on Social Presence with Intelligent Virtual Agents. In J. Beskow, C. Peters, G. Castellano, C. O'Sullivan, I. Leite, & S. Kopp (Eds.), *Intelligent Virtual Agents* (Vol. 10498, pp. 87–100). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-67401-8_10

Dautenhahn, K. (2007). Socially intelligent robots: Dimensions of human–robot interaction. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *362*(1480), 679–704. https://doi.org/10.1098/rstb.2006.2004

Del-Monte, J., Raffard, S., Capdevielle, D., Salesse, R. N., Schmidt, R. C., Varlet, M., Bardy, B. G., Boulenger, J.-P., Gély-Nargeot, M.-C., & Marin, L. (2014). Social Priming Increases Nonverbal Expressive Behaviors in Schizophrenia. *PLOS ONE*, *9*(10), e109139. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0109139

DeMarree, K. G., & Loersch, C. (2009). Who am I and who are you? Priming and the influence of self versus other focused attention. *Journal of Experimental Social Psychology*, *45*(2), 440–443. https://doi.org/10.1016/j.jesp.2008.10.009

DeMarree, K. G., Petty, R., & Briñol, P. (2007). *Self-certainty: Parallels to Attitude Certainty*. Undefined. /paper/Self-certainty%3A-Parallels-to-Attitude-Certainty-DeMarree-Petty/4ae7dfc82d01dac68e3b022072f0e89f62e78caf

DePaulo, B. M. (1992). Nonverbal behavior and self-presentation. *Psychological Bulletin*, *111*(2), 203–243. https://doi.org/10.1037/0033-2909.111.2.203

Diemer, J., Alpers, G. W., Peperkorn, H. M., Shiban, Y., & Mühlberger, A. (2015). The impact of perception and presence on emotional reactions: A review of research in virtual reality. *Frontiers in Psychology*, *6*. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00026

Difede, J., & Cukor, J. (2007). Virtual Reality Exposure Therapy for the Treatment of Posttraumatic Stress Disorder Following September 11, 2001. *The Journal of Clinical Psychiatry*, *68*(11), 1682–1689. https://doi.org/10.4088/JCP.v68n1102

Dijksterhuis, A., Aarts, H., Bargh, J. A., & van Knippenberg, A. (2000). On the Relation between Associative Strength and Automatic Behavior. *Journal of Experimental Social Psychology*, *36*(5), 531–544. https://doi.org/10.1006/jesp.2000.1427

Dijksterhuis, A., & Bargh, J. A. (2001). The perception-behavior expressway: Automatic effects of social perception on social behavior. In *Advances in Experimental Social Psychology* (Vol. 33, pp. 1–40). Academic Press. https://doi.org/10.1016/S0065-2601(01)80003-4

Dijksterhuis, A. P., & Knippenberg, A. van. (1998). The relation between perception and behavior, or how to win a game of trivial pursuit. *Journal of Personality and Social Psychology*, *74*(4), 865–877. https://doi.org/10.1037/0022-3514.74.4.865

Dijksterhuis, A., & Van Knippenberg, A. (2000). Behavioral Indecision: Effects of Self-Focus on Automatic Behavior. *Social Cognition*, *18*(1), 55–74. https://doi.org/10.1521/soco.2000.18.1.55

Dion, K., Berscheids, E., & Walster, E. (1972). What is Beautiful is Good. *Journal of Personality and Social Psychology*, 285–290.

du Sert, O. P., Potvin, S., Lipp, O., Dellazizzo, L., Laurelli, M., Breton, R., Lalonde, P., Phraxayavong, K., O'Connor, K., Pelletier, J.-F., Boukhalfi, T., Renaud, P., & Dumais, A. (2018). Virtual reality therapy for refractory auditory verbal hallucinations in schizophrenia: A pilot clinical trial. *Schizophrenia Research*, *197*, 176–181. https://doi.org/10.1016/j.schres.2018.02.031

Dubal, S., Foucher, A., Jouvent, R., & Nadel, J. (2011). Human brain spots emotion in non humanoid robots. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, *6*(1), 90–97. https://doi.org/10.1093/scan/nsq019

Dyck, M., Winbeck, M., Leiberg, S., Chen, Y., Gur, R. C., & Mathiak, K. (2008). Recognition Profile of Emotions in Natural and Virtual Faces. *PLOS ONE*, *3*(11), e3628. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0003628

Dyck, M., Winbeck, M., Leiberg, S., Chen, Y., & Mathiak, K. (2010). Virtual faces as a tool to study emotion recognition deficits in schizophrenia. *Psychiatry Research*, *179*(3), 247–252. https://doi.org/10.1016/j.psychres.2009.11.004

Edwin, B. J. (1931, May 5). *Display toy aeroplane*. https://patents.google.com/patent/US1803789A/en

Ekman, P., & Friesen, W. (1969). *The Repertoire of Nonverbal Behavior: Categories, Origins, Usage, and Coding*. https://doi.org/10.1515/semi.1969.1.1.49

Ekman, P., & Friesen, W. (1978). *Facial action coding system: A technique for the measurement of facial movement*. /paper/Facial-action-coding-system%3A-a-technique-for-the-of-Ekman-Friesen/1566cf20e2ba91ca8857c30083419bf7c127094b

Ekman, Paul. (1993). Facial expression and emotion. *American Psychologist*, *48*(4), 384–392. https://doi.org/10.1037/0003-066X.48.4.384

Ekman, Paul. (2003). Darwin, deception, and facial expression. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1000*, 205–221. https://doi.org/10.1196/annals.1280.010

Eyssel, F., Hegel, F., Horstmann, G., & Wagner, C. (2010). Anthropomorphic inferences from emotional nonverbal cues: A case study. *19th International Symposium in Robot and Human Interactive Communication*, 646–651. https://doi.org/10.1109/ROMAN.2010.5598687

Falconer, C. J., Rovira, A., King, J. A., Gilbert, P., Antley, A., Fearon, P., Ralph, N., Slater, M., & Brewin, C. R. (2016). Embodying self-compassion within virtual reality and its effects on patients with depression. *BJPsych Open*, *2*(1), 74–80. https://doi.org/10.1192/bjpo.bp.115.002147

Feffer, M., & Suchotliff, L. (1966). Decentering implications of social interactions. *Journal of Personality and Social Psychology*, *4*(4), 415–422. https://doi.org/10.1037/h0023807

Ferrer-García, M., & Gutiérrez-Maldonado, J. (2012). The use of virtual reality in the study, assessment, and treatment of body image in eating disorders and nonclinical samples: A review of the literature. *Body Image*, *9*(1), 1–11. https://doi.org/10.1016/j.bodyim.2011.10.001

Ferrer-García, M., Gutiérrez-Maldonado, J., Caqueo-Urízar, A., & Moreno, E. (2009). The Validity of Virtual Environments for Eliciting Emotional Responses in Patients With Eating Disorders and in Controls. *Behavior Modification*, *33*(6), 830–854. https://doi.org/10.1177/0145445509348056

Fiske, S. T., & von Hendy, H. M. (1992). Personality feedback and situational norms can control stereotyping processes. *Journal of Personality and Social Psychology*, *62*(4), 577–596. https://doi.org/10.1037/0022-3514.62.4.577

Forgas, J. P., & Bower, G. H. (1987). *Mood Effects on Person-Perception Judgments*. 8.

Foulon-Molenda, S. (2000). A-t-on besoin de se voir pour coopérer? Contribution théorique issue de la psycho-linguistique. [Do people need to see each other to work together? A theoretical contribution with reference to psycho-linguistics.]. *Le Travail Humain: A Bilingual and Multi-Disciplinary Journal in Human Factors*, *63*(2), 97–120.

France, M. L., & Mayo, C. (1979). A review of nonverbal behaviors of women and men. *Western Journal of Speech Communication*, *43*(2), 96–107. https://doi.org/10.1080/10570317909373958

Frank, M., & Gilovich, T. (1988). The dark side of self- and social perception: Black uniforms and aggression in professional sports. *Journal of Personality and Social Psychology*. https://doi.org/10.1037/0022-3514.54.1.74

Freeman, D., Reeve, S., Robinson, A., Ehlers, A., Clark, D., Spanlang, B., & Slater, M. (2017). Virtual reality in the assessment, understanding, and treatment of mental health

disorders. *Psychological Medicine*, *47*(14), 2393–2400. https://doi.org/10.1017/S003329171700040X

Freeman, Daniel. (2008). Studying and Treating Schizophrenia Using Virtual Reality: A New Paradigm. *Schizophrenia Bulletin*, *34*(4), 605–610. https://doi.org/10.1093/schbul/sbn020

Freeman, Daniel, Bradley, J., Antley, A., Bourke, E., DeWeever, N., Evans, N., Černis, E., Sheaves, B., Waite, F., Dunn, G., Slater, M., & Clark, D. M. (2016). Virtual reality in the treatment of persecutory delusions: Randomised controlled experimental study testing how to reduce delusional conviction. *The British Journal of Psychiatry*, *209*(1), 62–67. https://doi.org/10.1192/bjp.bp.115.176438

Freeman, Daniel, Slater, M., Bebbington, P. E., Garety, P. A., Kuipers, E., Fowler, D., Met, A., Read, C. M., Jordan, J., & Vinayagamoorthy, V. (2003). Can Virtual Reality be Used to Investigate Persecutory Ideation? *The Journal of Nervous and Mental Disease*, *191*(8), 509. https://doi.org/10.1097/01.nmd.0000082212.83842.fe

Freeman, J., Avons, S. E., Meddis, R., Pearson, D. E., & IJsselsteijn, W. (2000). Using Behavioral Realism to Estimate Presence: A Study of the Utility of Postural Responses to Motion Stimuli. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, *9*(2), 149–164. https://doi.org/10.1162/105474600566691

Freeman, J., Lessiter, J., Pugh, K., & Keogh, E. (2005). *When presence and emotion are related, and when they are not*. 7.

Frith, C. (2009). Role of facial expressions in social interactions. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *364*(1535), 3453–3458. https://doi.org/10.1098/rstb.2009.0142

Fydrich, T., Chambless, D. L., Perry, K. J., Buergener, F., & Beazley, M. B. (1998). Behavioral assessment of social performance: A rating system for social phobia. *Behaviour Research and Therapy*, *36*(10), 995–1010. https://doi.org/10.1016/S0005-7967(98)00069-2

Gamito, P., Oliveira, J., Rosa, P., Morais, D., Duarte, N., Oliveira, S., & Saraiva, T. (2010). PTSD Elderly War Veterans: A Clinical Controlled Pilot Study. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, *13*(1), 43–48. https://doi.org/10.1089/cyber.2009.0237

Gangitano, M., Mottaghy, F. M., & Pascual-Leone, A. (2001). Phase-specific modulation of cortical motor output during movement observation. *Neuroreport*, *12*(7), 1489–1492. https://doi.org/10.1097/00001756-200105250-00038

Garau, M., Friedman, D., Widenfeld, H. R., Antley, A., Brogni, A., & Slater, M. (2008). Temporal and Spatial Variations in Presence: Qualitative Analysis of Interviews from an Experiment on Breaks in Presence. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, *17*(3), 293–309. https://doi.org/10.1162/pres.17.3.293

García-Betances, R. I., Arredondo Waldmeyer, M. T., Fico, G., & Cabrera-Umpiérrez, M. F. (2015). A Succinct Overview of Virtual Reality Technology Use in Alzheimer's Disease. *Frontiers in Aging Neuroscience*, *7*. https://doi.org/10.3389/fnagi.2015.00080

Gentile, D. A., Anderson, C. A., Yukawa, S., Ihori, N., Saleem, M., Ming, L. K., Shibuya, A., Liau, A. K., Khoo, A., Bushman, B. J., Rowell Huesmann, L., & Sakamoto, A. (2009). The Effects of Prosocial Video Games on Prosocial Behaviors: International Evidence From Correlational, Longitudinal, and Experimental Studies. *Personality and Social Psychology Bulletin*, *35*(6), 752–763. https://doi.org/10.1177/0146167209333045

Ginsberg, F. (2012). *Les effets automatiques de l'activation du stéréotype associé aux personnes en situation de handicap sur les performances de motricité fine* [Thesis, Strasbourg]. http://www.theses.fr/2012STRAJ070

Gold, J. I., Belmont, K. A., & Thomas, D. A. (2007). The Neurobiology of Virtual Reality Pain Attenuation. *CyberPsychology & Behavior*, *10*(4), 536–544. https://doi.org/10.1089/cpb.2007.9993

Gorini, A., Capideville, C. S., De Leo, G., Mantovani, F., & Riva, G. (2011). The Role of Immersion and Narrative in Mediated Presence: The Virtual Hospital Experience. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, *14*(3), 99–105. https://doi.org/10.1089/cyber.2010.0100

Gorini, A., Griez, E., Petrova, A., & Riva, G. (2010). Assessment of the emotional responses produced by exposure to real food, virtual food and photographs of food in patients affected by eating disorders. *Annals of General Psychiatry*, *9*(1), 30. https://doi.org/10.1186/1744-859X-9-30

Gould, N. F., Holmes, M. K., Fantie, B. D., Luckenbaugh, D. A., Pine, D. S., Gould, T. D., Burgess, N., Manji, H. K., & Zarate, C. A. (2007). Performance on a Virtual Reality Spatial Memory Navigation Task in Depressed Patients. *American Journal of Psychiatry*, *164*(3), 516–519. https://doi.org/10.1176/ajp.2007.164.3.516

Greitemeyer, T., & Osswald, S. (2010). Effects of prosocial video games on prosocial behavior. *Journal of Personality and Social Psychology*, *98*(2), 211–221. https://doi.org/10.1037/a0016997

Greitemeyer, T., & Osswald, S. (2011). Playing Prosocial Video Games Increases the Accessibility of Prosocial Thoughts. *The Journal of Social Psychology*, *151*(2), 121–128. https://doi.org/10.1080/00224540903365588

Guéguen, N., & Jacob, Cél. (2002). Direct Look Versus Evasive Glance and Compliance With a Request. *The Journal of Social Psychology*, *142*(3), 393–396. https://doi.org/10.1080/00224540209603907

Gunawardena, C. N., & 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. https://doi.org/10.1080/08923649709526970

Hall, E. T. (1959). *The silent language*. Doubleday.

Hall, J., Tritton, T., Rowe, A., Pipe, A., Melhuish, C., & Leonards, U. (2014). Perception of own and robot engagement in human–robot interactions and their dependence on robotics knowledge. *Robotics and Autonomous Systems*, *62*(3), 392–399. https://doi.org/10.1016/j.robot.2013.09.012

Hall, N. R., & Crisp, R. J. (2008). Assimilation and contrast to group primes: The moderating role of ingroup identification. *Journal of Experimental Social Psychology*, *44*(2), 344–353. https://doi.org/10.1016/j.jesp.2007.07.007

Hansen, J., & Wänke, M. (2009). Think of Capable Others and You Can Make It! Self-Efficacy Mediates the Effect of Stereotype Activation on Behavior. *Social Cognition*, *27*(1), 76–88. https://doi.org/10.1521/soco.2009.27.1.76

Hanson, D., Olney, A., Prilliman, S., Matthews, E., Zielke, M., Hammons, D., Fernandez, R., & Stephanou, H. (2005). *Upending the Uncanny Valley*. AAAI'05 : Proceedings of the 20th National Conference on Artificial Intelligence, Pittsburg.

Hartholt, A., Gratch, J., Weiss, L., & The Gunslinger Team. (2009). At the Virtual Frontier: Introducing Gunslinger, a Multi-Character, Mixed-Reality, Story-Driven Experience. In Z. Ruttkay, M. Kipp, A. Nijholt, & H. H. Vilhjálmsson (Eds.), *Intelligent Virtual Agents* (pp. 500–501). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-04380-2_62

Heeter, C. (1992). *Being* There: The Subjective Experience of Presence. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, *1*(2), 262–271. https://doi.org/10.1162/pres.1992.1.2.262

Heeter, C. (2003). Reflections on Real Presence by a Virtual Person. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, *12*(4), 335–345. https://doi.org/10.1162/105474603322391587

Heidicker, P., Langbehn, E., & Steinicke, F. (2017). Influence of avatar appearance on presence in social VR. *2017 IEEE Symposium on 3D User Interfaces (3DUI)*, 233–234. https://doi.org/10.1109/3DUI.2017.7893357

Heilig, M. L. (1962, August 28). *Sensorama simulator*. https://patents.google.com/patent/US3050870A/en

Helfinstein, S. M., White, L. K., Bar-Haim, Y., & Fox, N. A. (2008). Affective primes suppress attention bias to threat in socially anxious individuals. *Behaviour Research and Therapy*, *46*(7), 799–810. https://doi.org/10.1016/j.brat.2008.03.011

Herr, P. (1986). Consequences of Priming: Judgment and Behavior. *Journal of Personality and Social Psychology*. https://www.researchgate.net/publication/230794554_Consequences_of_Priming_Judgment_and_Behavior

Hertel, G., Aarts, H., & Zeelenberg, M. (2002). What do you think is 'fair'? Effects of ingroup norms and outcome control on fairness judgments. *European Journal of Social Psychology*, *32*(3), 327–341. https://doi.org/10.1002/ejsp.92

Hertel, G., & Kerr, N. L. (2001). Priming In-Group Favoritism: The Impact of Normative Scripts in the Minimal Group Paradigm. *Journal of Experimental Social Psychology*, *37*(4), 316–324. https://doi.org/10.1006/jesp.2000.1447

Higgins, E. T. (1996). Knowledge activation: Accessibility, applicability, and salience. In *Social psychology: Handbook of basic principles* (pp. 133–168). The Guilford Press.

Hill, R. W., Gratch, J., Marsella, S., Rickel, J., Swartout, W., & Traum, D. (n.d.). *Virtual Humans in the Mission Rehearsal Exercise System*. 10.

Hoffman, H. G., Patterson, D. R., Seibel, E., Soltani, M., Jewett-Leahy, L., & Sharar, S. R. (2008). Virtual Reality Pain Control During Burn Wound Debridement in the Hydrotank. *The Clinical Journal of Pain*, *24*(4), 299–304. https://doi.org/10.1097/AJP.0b013e318164d2cc

Hoque, M. (Ehsan), Courgeon, M., Martin, J.-C., Mutlu, B., & Picard, R. W. (2013). MACH: My automated conversation coach. *Proceedings of the 2013 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing - UbiComp '13*, 697. https://doi.org/10.1145/2493432.2493502

Hortensius, R., Hekele, F., & Cross, E. S. (2018). The Perception of Emotion in Artificial Agents. *IEEE Transactions on Cognitive and Developmental Systems*, *10*(4), 852–864. https://doi.org/10.1109/TCDS.2018.2826921

Hoyt, C. L., Blascovich, J., & Swinth, K. R. (2003). Social Inhibition in Immersive Virtual Environments. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, *12*(2), 183–195. https://doi.org/10.1162/105474603321640932

Huang, M., & Alessi, N. (1999). *Presence as an emotional experience: (705302011-011)* [Data set]. American Psychological Association. https://doi.org/10.1037/e705302011-011

Huh, S., & Williams, D. (2010). Dude Looks like a Lady: Gender Swapping in an Online Game. *Online Worlds: Convergence of the Real and the Virtual, Human-Computer Interaction Series, ISBN 978-1-84882-824-7. Springer-Verlag London, 2010, p. 161*, 161. https://doi.org/10.1007/978-1-84882-825-4_13

Hull, J. G., Slone, L. B., Meteyer, K. B., & Matthews, A. R. (2002). The nonconsciousness of self-consciousness. *Journal of Personality and Social Psychology*, *83*(2), 406–424. https://doi.org/10.1037//0022-3514.83.2.406

IJsselsteijn, W. (2002). *Elements of a multi-level theory of presence*. 16.

IJsselsteijn, W. A., de Ridder, H., Freeman, J., & Avons, S. E. (2000). *Presence: Concept, determinants, and measurement* (B. E. Rogowitz & T. N. Pappas, Eds.; pp. 520–529). https://doi.org/10.1117/12.387188

Inserm. (2004). *Evaluation de trois methodes de psychothérapie brève*. Institut National de la santé et de la recherche médicale. https://www.therapiebreve.be/plus/sources/rapports/inserm-2004-evaluation-de-trois-methodes-de-psychotherapie-breve

Jack, R. E., & Schyns, P. G. (2017). Toward a Social Psychophysics of Face Communication. *Annual Review of Psychology*, *68*(1), 269–297. https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010416-044242

Jäncke, L., Cheetham, M., & Baumgartner, T. (2009). Virtual reality and the role of the prefrontal cortex in adults and children. *Frontiers in Neuroscience*, *3*. https://doi.org/10.3389/neuro.01.006.2009

Jeannerod, M. (1997). *The Cognitive Neuroscience of Action*. Wiley–Blackwell.

Jones, S. C., & Panitch, D. (1971). The self-fulfilling prophecy and interpersonal attraction. *Journal of Experimental Social Psychology*, *7*(3), 356–366. https://doi.org/10.1016/0022-1031(71)90034-5

Joyal, C. C., Jacob, L., Cigna, M.-H., Guay, J.-P., & Renaud, P. (2014). Virtual Faces Expressing Emotions: An Initial Concomitant and Construct Validity Study. *Frontiers in Human Neuroscience*, *8*. https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00787

Julien, D., Brault, M., Chartrand, É., & Bégin, J. (2000). Immediacy behaviours and synchrony in satisfied and dissatisfied couples. *Canadian Journal of Behavioural Science / Revue Canadienne Des Sciences Du Comportement*, *32*(2), 84–90. https://doi.org/10.1037/h0087103

Kahn Jr., P. H., Kanda, T., Ishiguro, H., Freier, N. G., Severson, R. L., Gill, B. T., Ruckert, J. H., & Shen, S. (2012). "Robovie, you'll have to go into the closet now": Children's social and moral relationships with a humanoid robot. *Developmental Psychology*,

Kandalaft, M. R., Didehbani, N., Krawczyk, D. C., Allen, T. T., & Chapman, S. B. (2013). Virtual Reality Social Cognition Training for Young Adults with High-Functioning Autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *43*(1), 34–44. https://doi.org/10.1007/s10803-012-1544-6

Kay, A., Wheeler, S., Bargh, J., & Ross, L. (2004). *Material priming: The influence of mundane physical objects on situational construal and competitive behavioral choice*. https://doi.org/10.1016/J.OBHDP.2004.06.003

Kelley, H. H., & Stahelski, A. J. (1970). Social interaction basis of cooperators' and competitors' beliefs about others. *Journal of Personality and Social Psychology*, *16*(1), 66–91. https://doi.org/10.1037/h0029849

Kelly, S. D., Barr, D. J., Church, R. B., & Lynch, K. (1999). Offering a hand to pragmatic understanding: The role of speech and gesture in comprehension and memory. *Journal of Memory and Language*, *40*(4), 577–592. https://doi.org/10.1006/jmla.1999.2634

Keltner, D., & Buswell, B. N. (1997). Embarrassment: Its distinct form and appeasement functions. *Psychological Bulletin*, *122*(3), 250–270. https://doi.org/10.1037/0033-2909.122.3.250

Keltner, Dacher, & Haidt, J. (1999). Social Functions of Emotions at Four Levels of Analysis. *Cognition and Emotion*, *13*(5), 505–521. https://doi.org/10.1080/026999399379168

Keltner, Dacher, & Kring, A. M. (1998). Emotion, Social Function, and Psychopathology. *Review of General Psychology*, *2*(3), 320–342. https://doi.org/10.1037/1089-2680.2.3.320

Kendon, A. (1967). Some functions of gaze-direction in social interaction. *Acta Psychologica*, *26*, 22–63. https://doi.org/10.1016/0001-6918(67)90005-4

Kennedy, R. S., Lane, N. E., Berbaum, K. S., & Lilienthal, M. G. (1993). Simulator Sickness Questionnaire: An Enhanced Method for Quantifying Simulator Sickness. *The International Journal of Aviation Psychology*, *3*(3), 203–220. https://doi.org/10.1207/s15327108ijap0303_3

Kenny, P., Parsons, T. D., Gratch, J., Leuski, A., & Rizzo, A. A. (2007). Virtual Patients for Clinical Therapist Skills Training. In C. Pelachaud, J.-C. Martin, E. André, G. Chollet, K. Karpouzis, & D. Pelé (Eds.), *Intelligent Virtual Agents* (pp. 197–210). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-540-74997-4_19

Kilteni, K., Groten, R., & Slater, M. (2012). The Sense of Embodiment in Virtual Reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, *21*(4), 373–387. https://doi.org/10.1162/PRES_a_00124

Kim, M., Jeon, C., & Kim, J. (2017). A Study on Immersion and Presence of a Portable Hand Haptic System for Immersive Virtual Reality. *Sensors*, *17*(5), 1141. https://doi.org/10.3390/s17051141

Kleinke, C. L., & Taylor, C. (1991). Evaluation of Opposite-Sex Person as a Function of Gazing, Smiling, and Forward Lean. *The Journal of Social Psychology*, *131*(3), 451–453. https://doi.org/10.1080/00224545.1991.9713874

Klinger, E., Bouchard, S., Légeron, P., Roy, S., Lauer, F., Chemin, I., & Nugues, P. (2005). Virtual Reality Therapy Versus Cognitive Behavior Therapy for Social Phobia: A Preliminary Controlled Study. *CyberPsychology & Behavior*, *8*(1), 76–88. https://doi.org/10.1089/cpb.2005.8.76

Klinnert, M. D., Campos, J. J., Sorce, J. F., Emde, R. N., & Svejda, M. (1983). Chapter 3 - EMOTIONS AS BEHAVIOR REGULATORS: SOCIAL REFERENCING IN INFANCY. In R. Plutchik & H. Kellerman (Eds.), *Emotions in Early Development* (pp. 57–86). Academic Press. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-558702-0.50009-1

Kopp, S., Gesellensetter, L., Krämer, N. C., & Wachsmuth, I. (2005). A Conversational Agent as Museum Guide – Design and Evaluation of a Real-World Application. In T. Panayiotopoulos, J. Gratch, R. Aylett, D. Ballin, P. Olivier, & T. Rist (Eds.), *Intelligent Virtual Agents* (pp. 329–343). Springer. https://doi.org/10.1007/11550617_28

Koster, A., van Gool, C. H., Kempen, G. I. J. M., Penninx, B. W. J. H., Lee, J. S., Rubin, S. M., Tylavsky, F. A., Yaffe, K., Newman, A. B., Harris, T. B., Pahor, M., Ayonayon, H. N., van Eijk, J. Th. M., & Kritchevsky, S. B. (2010). Late-life depressed mood and weight change contribute to the risk of each other. *The American Journal of Geriatric Psychiatry : Official Journal of the American Association for Geriatric Psychiatry*, *18*(3), 236–244. https://doi.org/10.1097/JGP.0b013e3181c65837

Kraepelin, E. (1913). *Psychiatrie. Ein Lehrbuch für Studierende und Ärzte,*. J.A. Barth.

Krause, R., Steimer-Krause, E., & Hufnagel, H. (1992). Expression and experience of affects in paranoid schizophrenia. *European Review of Applied Psychology / Revue Européenne de Psychologie Appliquée*, *42*(2), 131–140.

Krauss, R. M., Dushay, R. A., Chen, Y., & Rauscher, F. (1995). The communicative value of conversational hand gestures. *Journal of Experimental Social Psychology*, *31*(6), 533–552. https://doi.org/10.1006/jesp.1995.1024

Krijn, M., Emmelkamp, P. M. G., Ólafsson, R. P., Bouwman, M., van Gerwen, L. J., Spinhoven, P., Schuemie, M. J., & van der Mast, C. A. P. G. (2007, February). *Fear of Flying Treatment Methods: Virtual Reality Exposure vs. Cognitive Behavioral Therapy* [Text]. https://www.ingentaconnect.com/content/asma/asem/2007/00000078/00000002/art00007

Kring, A. M., & Neale, J. M. (1996). Do schizophrenic patients show a disjunctive relationship among expressive, experiential, and psychophysiological components of emotion? *Journal of Abnormal Psychology*, *105*(2), 249–257. https://doi.org/10.1037/0021-843X.105.2.249

Ku, J., Han, K., Lee, H. R., Jang, H. J., Kim, K. U., Park, S. H., Kim, J. J., Kim, C. H., Kim, I. Y., & Kim, S. I. (2007). VR-Based Conversation Training Program for Patients with Schizophrenia: A Preliminary Clinical Trial. *CyberPsychology & Behavior*, *10*(4), 567–574. https://doi.org/10.1089/cpb.2007.9989

Kuntze, M. F., Stoermer, R., Mager, R., Roessler, A., Mueller-Spahn, F., & Bullinger, A. H. (2001). Immersive Virtual Environments in Cue Exposure. *CyberPsychology & Behavior*, *4*(4), 497–501. https://doi.org/10.1089/109493101750527051

Kurtz, M. M., & Mueser, K. T. (2008). A meta-analysis of controlled research on social skills training for schizophrenia. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, *76*(3), 491–504. https://doi.org/10.1037/0022-006X.76.3.491

Lackner, J. R., & DiZio, P. (2004). *Virtual environments and the cyberadaptaion syndrome*. 7.

Lakin, J. L., & Chartrand, T. L. (2003). Using Nonconscious Behavioral Mimicry to Create Affiliation and Rapport. *Psychological Science*, *14*(4), 334–339. https://doi.org/10.1111/1467-9280.14481

Lambrey, S., Jouvent, R., Allilaire, J.-F., & Pélissolo, A. (2010). Les thérapies utilisant la réalité virtuelle dans les troubles phobiques. *Annales Médico-Psychologiques, Revue Psychiatrique*, *168*(1), 44–46. https://doi.org/10.1016/j.amp.2009.10.003

Lamy, L., Fischer-Lokou, J., & Guéguen, N. (2008). Semantically Induced Memories of Love and Helping Behavior. *Psychological Reports*, *102*(2), 418–424. https://doi.org/10.2466/pr0.102.2.418-424

Lanier, J. (1992). Virtual Reality: The Promise of the Future. *Interactive Learning International*, *8*(4), 275–279.

Laurel, B. (1993). *Computers as Theatre*. Addison-Wesley Publishing Company.

Lawrence, K., Campbell, R., & Skuse, D. (2015). Age, gender, and puberty influence the development of facial emotion recognition. *Frontiers in Psychology*, *6*. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00761

Lazzeri, N., Mazzei, D., Greco, A., Rotesi, A., Lanatà, A., & De Rossi, D. E. (2015). Can a Humanoid Face be Expressive? A Psychophysiological Investigation. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, *3*. https://doi.org/10.3389/fbioe.2015.00064

Leary, M. R., & Kowalski, R. M. (1995). *Social Anxiety* (Guilford Press, Vol. 1–1). Guilford Publication. https://www.guilford.com/books/Social-Anxiety/Leary-Kowalski/9781572302631

Lee, J. S., Namkoong, K., Ku, J., Cho, S., Park, J. Y., Choi, Y. K., Kim, J. J., Kim, I. Y., Kim, S. I., & Jung, Y. C. (2008). Social pressure-induced craving in patients with alcohol dependence: Application of virtual reality to coping skill training., Social Pressure-Induced Craving in Patients with Alcohol Dependence: Application of Virtual Reality to Coping Skill Training. *Psychiatry Investigation*, *Psychiatry Investigation*, *5*, *5*(4, 4), 239, 239–243. https://doi.org/10.4306/pi.2008.5.4.239, 10.4306/pi.2008.5.4.239

Lee, K. M. (2004). Presence, Explicated. *Communication Theory*, *14*(1), 27–50. https://doi.org/10.1111/j.1468-2885.2004.tb00302.x

Leff, J., Williams, G., Huckvale, M. A., Arbuthnot, M., & Leff, A. P. (2013). Computer-assisted therapy for medication-resistant auditory hallucinations: Proof-of-concept study. *The British Journal of Psychiatry*, *202*(6), 428–433. https://doi.org/10.1192/bjp.bp.112.124883

Leighton, J., Bird, G., Orsini, C., & Heyes, C. (2010). Social attitudes modulate automatic imitation. *Journal of Experimental Social Psychology*, *46*(6), 905–910. https://doi.org/10.1016/j.jesp.2010.07.001

Leppänen, J. M., & Hietanen, J. K. (2004). Positive facial expressions are recognized faster than negative facial expressions, but why? *Psychological Research Psychologische Forschung*, *69*(1–2), 22–29. https://doi.org/10.1007/s00426-003-0157-2

Lessiter, J., Freeman, J., Keogh, E., & Davidoff, J. (2001). A Cross-Media Presence Questionnaire: The ITC-Sense of Presence Inventory. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, *10*(3), 282–297. https://doi.org/10.1162/105474601300343612

Levenson, R. W., Carstensen, L. L., & Gottman, J. M. (1994). Influence of age and gender on affect, physiology, and their interrelations: A study of long-term marriages. *Journal of Personality and Social Psychology*, *67*(1), 56–68. https://doi.org/10.1037/0022-3514.67.1.56

Levy, B. (1996). Improving memory in old age through implicit self-stereotyping. *Journal of Personality and Social Psychology*, *71*(6), 1092–1107. https://doi.org/10.1037//0022-3514.71.6.1092

Lewinsohn, P. M., & Gotlib, I. H. (1995). Behavioral theory and treatment of depression. In *Handbook of depression, 2nd ed* (pp. 352–375). Guilford Press.

Liberman, R. P. (1982). Assessment of social skills. *Schizophrenia Bulletin*, *8*(1), 62–84. https://doi.org/10.1093/schbul/8.1.62

Liebowitz, M. R. (1987). Social phobia. *Modern Problems of Pharmacopsychiatry*, *22*, 141–173. https://doi.org/10.1159/000414022

Ling, Y., Nefs, H. T., Morina, N., Heynderickx, I., & Brinkman, W.-P. (2014). A Meta-Analysis on the Relationship between Self-Reported Presence and Anxiety in Virtual Reality Exposure Therapy for Anxiety Disorders. *PLOS ONE*, *9*(5), e96144. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0096144

Lombard, M., & Ditton, T. (1997). At the Heart of It All: The Concept of Presence. *Journal of Computer-Mediated Communication*, *3*(2), 0–0. https://doi.org/10.1111/j.1083-6101.1997.tb00072.x

Lombard, M., Ditton, T. B., & Weinstein, L. (2009). *Measuring Presence: The Temple Presence Inventory*. 15.

Luca, R. D., Leonardi, S., Portaro, S., Cause, M. L., Domenico, C. D., Colucci, P. V., Pranio, F., Bramanti, P., & Calabrò, R. S. (2019). Innovative use of virtual reality in autism spectrum disorder: A case-study. *Applied Neuropsychology: Child*, *0*(0), 1–11. https://doi.org/10.1080/21622965.2019.1610964

Lynott, D., Corker, K. S., Wortman, J., Connell, L., Donnellan, M. B., Lucas, R. E., & O'Brien, K. (2014). Replication of "Experiencing Physical Warmth Promotes Interpersonal Warmth" by. *Social Psychology*, *45*(3), 216–222. https://doi.org/10.1027/1864-9335/a000187

Lysaker, P. H., Leonhardt, B. L., Brüne, M., Buck, K. D., James, A., Vohs, J., Francis, M., Hamm, J. A., Salvatore, G., Ringer, J. M., & Dimaggio, G. (2014). Capacities for theory of mind, metacognition, and neurocognitive function are independently related to emotional recognition in schizophrenia. *Psychiatry Research*, *219*(1), 79–85. https://doi.org/10.1016/j.psychres.2014.05.004

MacDorman, K. F. (2019). La Vallée de l'Étrange de Mori Masahiro: Importance et impact sur l'esthétique et la conception des robots. *e-Phaïstos*, *VII–2*. https://doi.org/10.4000/ephaistos.5333

Macrae, C. N., & Johnston, L. (1998). Help, I Need Somebody: Automatic Action and Inaction. *Social Cognition*, *16*(4), 400–417. https://doi.org/10.1521/soco.1998.16.4.400

Macri, A., Pavard, A., & Versace, R. (2018). The beneficial effect of contextual emotion on memory: The role of integration. *Cognition and Emotion*, *32*(6), 1355–1361. https://doi.org/10.1080/02699931.2017.1387101

Malbos, E., Boyer, L., & Lançon, C. (2013). L'utilisation de la réalité virtuelle dans le traitement des troubles mentaux. *La Presse Médicale*, *42*(11), 1442–1452. https://doi.org/10.1016/j.lpm.2013.01.065

Mantovani, F., Castelnuovo, G., Gaggioli, A., & Riva, G. (2003). Virtual Reality Training for Health-Care Professionals. *CyberPsychology & Behavior*, *6*(4), 389–395. https://doi.org/10.1089/109493103322278772

Marlatt, G. A. (1996). Taxonomy of high-risk situations for alcohol relapse: Evolution and development of a. *Addiction*, *91*(12s1), 37–50. https://doi.org/10.1046/j.1360-0443.91.12s1.15.x

McFall, R. M. (1982). A review and reformulation of the concept of social skills. *Behavioral Assessment*, *4*(1), 1–33. https://doi.org/10.1007/BF01321377

McNeil, D. W., Ries, B. J., & Turk, C. L. (1995). Behavioral assessment: Self-report, physiology, and overt behavior. In *Social phobia: Diagnosis, assessment, and treatment* (pp. 202–231). The Guilford Press.

Mehrabian, A. (1972). *Nonverbal Communication*. Transaction Publishers.

Mehrabian, A., & Wiener, M. (1967). Decoding of inconsistent communications. *Journal of Personality and Social Psychology*, *6*(1), 109–114. https://doi.org/10.1037/h0024532

Mesa-Gresa, P., Gil-Gómez, H., Lozano-Quilis, J.-A., & Gil-Gómez, J.-A. (2018). Effectiveness of Virtual Reality for Children and Adolescents with Autism Spectrum Disorder: An Evidence-Based Systematic Review. *Sensors*, *18*(8), 2486. https://doi.org/10.3390/s18082486

Milcent, A.-S., Geslin, E., Kadri, A., & Richir, S. (2019). Expressive Virtual Human: Impact of expressive wrinkles and pupillary size on emotion recognition. *Proceedings of the 19th ACM International Conference on Intelligent Virtual Agents*, 215–217. https://doi.org/10.1145/3308532.3329446

Milgram, S. (1963). Behavioral Study of obedience. *The Journal of Abnormal and Social Psychology*, *67*(4), 371–378. https://doi.org/10.1037/h0040525

Mill, A., Allik, J., Realo, A., & Valk, R. (2009). Age-related differences in emotion recognition ability: A cross-sectional study. *Emotion*, *9*(5), 619–630. https://doi.org/10.1037/a0016562

Miller, W. R., & Seligman, M. E. (1975). Depression and learned helplessness in man. *Journal of Abnormal Psychology*, *84*(3), 228–238. https://doi.org/10.1037/h0076720

Moreno, R., & Mayer, R. (2007). Interactive Multimodal Learning Environments. *Educational Psychology Review*, *19*(3), 309–326. https://doi.org/10.1007/s10648-007-9047-2

Mori, M. (1970). Bukimi no tani [the uncanny valley]. *Energy*, *7*, 33–35.

Morina, N., Deeprose, C., Pusowski, C., Schmid, M., & Holmes, E. A. (2011). Prospective mental imagery in patients with major depressive disorder or anxiety disorders. *Journal of Anxiety Disorders*, *25*(8), 1032–1037. https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2011.06.012

Morina, N., Ijntema, H., Meyerbröker, K., & Emmelkamp, P. M. G. (2015). Can virtual reality exposure therapy gains be generalized to real-life? A meta-analysis of studies applying behavioral assessments. *Behaviour Research and Therapy*, *74*(Supplement C), 18–24. https://doi.org/10.1016/j.brat.2015.08.010

Moser, E., Derntl, B., Robinson, S., Fink, B., Gur, R. C., & 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. https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2006.10.016

Mühlberger, A., Wiedemann, G., & Pauli, P. (2003). Efficacy of a One-Session Virtual Reality Exposure Treatment for Fear of Flying. *Psychotherapy Research*, *13*(3), 323–336. https://doi.org/10.1093/ptr/kpg030

Nelson, L. D., & Norton, M. I. (2005). From student to superhero: Situational primes shape future helping. *Journal of Experimental Social Psychology*, *41*(4), 423–430. https://doi.org/10.1016/j.jesp.2004.08.003

Neuberg, S. L. (1988). Behavioral Implications of Information Presented Outside of Conscious Awareness: The Effect of Subliminal Presentation of Trait Information on Behavior in

the Prisoner's Dilemma Game. *Social Cognition*, *6*(3), 207–230. https://doi.org/10.1521/soco.1988.6.3.207

Nicovich, S. G., Boller, G. W., & Cornwell, T. B. (2005). Experienced Presence within Computer-Mediated Communications: Initial Explorations on the Effects of Gender with Respect to Empathy and Immersion. *Journal of Computer-Mediated Communication*, *10*(2). https://doi.org/10.1111/j.1083-6101.2005.tb00243.x

Nowak, K. L., & Biocca, F. (2003). The Effect of the Agency and Anthropomorphism on Users' Sense of Telepresence, Copresence, and Social Presence in Virtual Environments. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, *12*(5), 481–494. https://doi.org/10.1162/105474603322761289

Nummenmaa, L., & Calvo, M. G. (2015). Dissociation between recognition and detection advantage for facial expressions: A meta-analysis. *Emotion*, *15*(2), 243–256. https://doi.org/10.1037/emo0000042

Nunez, D., & Blake, E. (2001). Cognitive presence as a unified concept of virtual reality effectiveness. *Proceedings of the 1st International Conference on Computer Graphics, Virtual Reality and Visualisation - AFRIGRAPH '01*, 115. https://doi.org/10.1145/513867.513892

Nunez, D., & Blake, E. (2003). Conceptual Priming As a Determinant of Presence in Virtual Environments. *Proceedings of the 2Nd International Conference on Computer Graphics, Virtual Reality, Visualisation and Interaction in Africa*, 101–108. https://doi.org/10.1145/602330.602350

Oberman, L. M., Winkielman, P., & Ramachandran, V. S. (2007). Face to face: Blocking facial mimicry can selectively impair recognition of emotional expressions. *Social Neuroscience*, *2*(3–4), 167–178. https://doi.org/10.1080/17470910701391943

Ochsner, K. N., Ray, R. D., Cooper, J. C., Robertson, E. R., Chopra, S., Gabrieli, J. D. E., & Gross, J. J. (2004). For better or for worse: Neural systems supporting the cognitive down- and up-regulation of negative emotion. *NeuroImage*, *23*(2), 483–499. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2004.06.030

O'Toole, R., Playter, R., Krummel, T., Blank, W., Cornelius, N., Roberts, W., Bell, W., & Raibert, M. (1998). Assessing skill and learning in surgeons and medical students using a force feedback surgical simulator. In W. M. Wells, A. Colchester, & S. Delp (Eds.), *Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention—MICCAI'98* (pp. 899–909). Springer. https://doi.org/10.1007/BFb0056278

Over, H., & Carpenter, M. (2009). Priming third-party ostracism increases affiliative imitation in children. *Developmental Science*, *12*(3), F1–F8. https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2008.00820.x

Oztop, E., Franklin, D. W., Chaminade, T., & Cheng, G. (2005). G.: Human–humanoid interaction: Is a humanoid robot perceived as a human? Int. *J. Hum. Robot*, 537–559.

Pais, A. L., Argall, B. D., & Billard, A. G. (2013). Assessing Interaction Dynamics in the Context of Robot Programming by Demonstration. *International Journal of Social Robotics*, *5*(4), 477–490. https://doi.org/10.1007/s12369-013-0204-0

Pallavicini, F., Gaggioli, A., Raspelli, S., Cipresso, P., Serino, S., Vigna, C., Grassi, A., Morganti, L., Baruffi, M., Wiederhold, B., & Riva, G. (2013). Interreality for the management and training of psychological stress: Study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*, *14*(1), 191. https://doi.org/10.1186/1745-6215-14-191

Park, K.-M., Ku, J., Choi, S.-H., Jang, H.-J., Park, J.-Y., Kim, S. I., & Kim, J.-J. (2011). A virtual reality application in role-plays of social skills training for schizophrenia: A randomized, controlled trial. *Psychiatry Research*, *189*(2), 166–172. https://doi.org/10.1016/j.psychres.2011.04.003

Park, S., Matthews, N., & Gibson, C. (2008). Imitation, Simulation, and Schizophrenia. *Schizophrenia Bulletin*, *34*(4), 698–707. https://doi.org/10.1093/schbul/sbn048

Parsons, S., Leonard, A., & Mitchell, P. (2006). Virtual environments for social skills training: Comments from two adolescents with autistic spectrum disorder. *Computers & Education*, *47*(2), 186–206. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2004.10.003

Pedersen, J., Schelde, J. T. M., Hannibal, E., Behnke, K., Nielsen, B. M., & Hertz, M. (1988). An ethological description of depression. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, *78*(3), 320–330. https://doi.org/10.1111/j.1600-0447.1988.tb06343.x

Peña, J., Hancock, J. T., & Merola, N. A. (2009). The Priming Effects of Avatars in Virtual Settings: *Communication Research*. https://doi.org/10.1177/0093650209346802

Peperkorn, H. M., & Muhlberger, A. (2013). The Impact of Different Perceptual Cues on Fear and Presence in Virtual Reality. In *Annual Review of Cybertherapy and Telemedicine 2013: Positive Technology and Health Engagement for Healthy Living and Active Ageing* (pp. 75–79). IOS Press.

Perpiñá, C., Baños, R., Botella, C., & H. Marco, J. (2001). Virtual reality as a therapy tool: A case study on body image alteration disorders. *Revista Argentina de Clinica Psicologica*, *10*, 227–241.

Pertaub, D.-P., Slater, M., & Barker, C. (2001). *An experiment on fear of public speaking in virtual reality: (705412011-025)* [Data set]. American Psychological Association. https://doi.org/10.1037/e705412011-025

Phillips, E. L., Shenker, S., & Revitz, P. (1951). The Assimilation of the New Child into the Group. *Psychiatry*, *14*(3), 319–325. https://doi.org/10.1080/00332747.1951.11022833

Pitman, R. K., Kolb, B., Orr, S. P., deJong, J., Yadati, S., & Singh, M. M. (1987). On the utility of ethological data in psychiatric research: The example of facial behavior in schizophrenia. *Ethology and Sociobiology*, *8*, 111–116. https://doi.org/10.1016/0162-3095(87)90023-9

Plante, T. G., Cage, C., Clements, S., & Stover, A. (2006). Psychological benefits of exercise paired with virtual reality: Outdoor exercise energizes whereas indoor virtual exercise relaxes. *International Journal of Stress Management*, *13*(1), 108–117. https://doi.org/10.1037/1072-5245.13.1.108

Pratt, D. R., Zyda, M., & Kelleher, K. (1995). *Virtual Reality: In the Mind of the Beholder*. https://calhoun.nps.edu/handle/10945/48290

Prinz, W. (1990). A Common Coding Approach to Perception and Action. In O. Neumann & W. Prinz (Eds.), *Relationships Between Perception and Action* (pp. 167–201). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-75348-0_7

Qu, C., Brinkman, W.-P., Wiggers, P., & Heynderickx, I. (2013). The Effect of Priming Pictures and Videos on a Question–Answer Dialog Scenario in a Virtual Environment. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, *22*(2), 91–109. https://doi.org/10.1162/PRES_a_00143

Raffard, S., Bortolon, C., Khoramshahi, M., Salesse, R. N., Burca, M., Marin, L., Bardy, B. G., Billard, A., Macioce, V., & Capdevielle, D. (2016). Humanoid robots versus humans: How is emotional valence of facial expressions recognized by individuals with schizophrenia? An exploratory study. *Schizophrenia Research*, *176*(2), 506–513. https://doi.org/10.1016/j.schres.2016.06.001

Rapee, R. M. (1995). Descriptive Psychopathology of Social Phobia. In R. Heimberg G., M. R. Liebowitz, D. Hope A., & F. Schneier R., *Social Phobia: Diagnosis, Assessment, and Treatment* (Guilford Press). Guilford Publication.

Rapee, Ronald M., & Lim, L. (1992). Discrepancy Between Self- and Observer Ratings of Performance in Social Phobics. *Journal of Abnormal Psychology*, *101*(4), 728–731. https://doi.org/10.1037/0021-843X.101.4.728

Razzaque, S., Swapp, D., Slater, M., Whitton, M. C., & Steed, A. (2002). Redirected walking in place. *Eighth Eurographics Workshop on Virtual Environments*, 123–130.

Renaud, P., Bouchard, S., & Proulx, R. (2002). Behavioral avoidance dynamics in the presence of a virtual spider. *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, *6*(3), 235–243. https://doi.org/10.1109/TITB.2002.802381

Reschke, M. F., Bloomberg, J. J., Harm, D. L., & Paloski, W. H. (1994). Space Flight and Neurovestibular Adaptation. *The Journal of Clinical Pharmacology*, *34*(6), 609–617. https://doi.org/10.1002/j.1552-4604.1994.tb02014.x

Riches, S., Elghany, S., Garety, P., Rus-Calafell, M., & Valmaggia, L. (2019). Factors Affecting Sense of Presence in a Virtual Reality Social Environment: A Qualitative Study. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, *22*(4), 288–292. https://doi.org/10.1089/cyber.2018.0128

Riva, G., Bacchetta, M., Baruffi, M., & Molinari, E. (2002). Virtual-reality-based multidimensional therapy for the treatment of body image disturbances in binge eating disorders: A preliminary controlled study. *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, *6*(3), 224–234. https://doi.org/10.1109/TITB.2002.802372

Riva, Giuseppe. (1998). Virtual environment for body image modification: Virtual reality system for the treatment of body image disturbances. *Computers in Human Behavior*, *14*(3), 477–490. https://doi.org/10.1016/S0747-5632(98)00018-1

Riva, Giuseppe, Mantovani, F., Capideville, C. S., Preziosa, A., Morganti, F., Villani, D., Gaggioli, A., Botella, C., & Alcañiz, M. (2007). Affective Interactions Using Virtual Reality: The Link between Presence and Emotions. *CyberPsychology & Behavior*, *10*(1), 45–56. https://doi.org/10.1089/cpb.2006.9993

Riva, Giuseppe, Melis, L., & Bolzoni, M. (1997). Treating Body-image Disturbances. *Commun. ACM*, *40*(8), 69–71. https://doi.org/10.1145/257874.257890

Robillard, G., Bouchard, S., Fournier, T., & Renaud, P. (2003). Anxiety and Presence during VR Immersion: A Comparative Study of the Reactions of Phobic and Non-phobic Participants in Therapeutic Virtual Environments Derived from Computer Games. *CyberPsychology & Behavior*, *6*(5), 467–476. https://doi.org/10.1089/109493103769710497

Rosenberg, M. (1965). *Society and the Adolescent Self-image.* Princeton University Press.

Rosenberg, R. S., Baughman, S. L., & Bailenson, J. N. (2013). Virtual Superheroes: Using Superpowers in Virtual Reality to Encourage Prosocial Behavior. *PLOS ONE*, *8*(1), e55003. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0055003

Rosenthal, R., Archer, D., Dimatteo, M. R., Koivumaki, J. H., & Rogers, P. L. (1976). *Measuring sensitivity to nonverbal behavior: The PONS Test.* The first international Conference on Nonverbal Behavior, Toronto.

Roth, D., Bloch, C., Schmitt, J., Frischlich, L., Latoschik, M. E., & Bente, G. (2019). Perceived Authenticity, Empathy, and Pro-social Intentions evoked through Avatar-mediated Self-disclosures. *Proceedings of Mensch Und Computer 2019*, 21–30. https://doi.org/10.1145/3340764.3340797

Rothbaum, B., Hodges, L., Anderson, P., Price, L., & Smith, S. (2002). Twelve-months follow-up of virtual reality and standard exposure therapies for fear of flying. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, *70*, 428–432. https://doi.org/10.1037/0022-006X.70.2.428

Rothbaum, B. O., Hodges, L., Smith, S., Lee, J. H., & Price, L. (2000). A controlled study of virtual reality exposure therapy for the fear of flying. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 1020–1026.

Rus-Calafell, M., Gutiérrez-Maldonado, J., & Ribas-Sabaté, J. (2014). A virtual reality-integrated program for improving social skills in patients with schizophrenia: A pilot study. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, *45*(1), 81–89. https://doi.org/10.1016/j.jbtep.2013.09.002

Sacau, A., Laarni, J., & Hartmann, T. (2008). Influence of individual factors on presence. *Computers in Human Behavior*, *24*(5), 2255–2273. https://doi.org/10.1016/j.chb.2007.11.001

Sagles, S. E., Coley, S., Espiritu, G., Zahregian, P., & Velayo, R. (2002). Effects of Racial Background and Sex on Identifying Facial Expressions and Person Perception. *Psi Chi Journal of Psychological Research*, *7*(1), 31–37. https://doi.org/10.24839/1089-4136.JN7.1.31

Saladin, M. E., Brady, K. T., Graap, K., & Rothbaum, B. O. (2006). A preliminary report on the use of virtual reality technology to elicit craving and cue reactivity in cocaine dependent individuals. *Addictive Behaviors*, *31*(10), 1881–1894. https://doi.org/10.1016/j.addbeh.2006.01.004

Sallnäs, E.-L. (2005). Effects of Communication Mode on Social Presence, Virtual Presence, and Performance in Collaborative Virtual Environments. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, *14*(4), 434–449. https://doi.org/10.1162/105474605774785253

Sanchez-Vives, M. V., & Slater, M. (2005). From presence to consciousness through virtual reality. *Nature Reviews Neuroscience*, *6*(4), 332. https://doi.org/10.1038/nrn1651

Sas, C., & O'Hare, G. M. P. (2003). Presence Equation: An Investigation into Cognitive Factors Underlying Presence. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, *12*(5), 523–537. https://doi.org/10.1162/105474603322761315

Savata, R., M., & Jones, S., B. (2014). Medical applications of virtual environments. In K. S. Hale & K. M. Stanney, *Handbook of Virtual Environments: Design, Implementation, and Applications, Second Edition* (CRC Press, p. 1456). Taylor and Francis group.

Schacter, D. L., Addis, D. R., & Buckner, R. L. (2007). Remembering the past to imagine the future: The prospective brain. *Nature Reviews Neuroscience*, *8*(9), 657–661. https://doi.org/10.1038/nrn2213

Schaefer, E. S., & Bayley, N. (1963). Maternal Behavior, Child Behavior, and Their Intercorrelations from Infancy Through Adolescence. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, *28*(3), 1–127. JSTOR. https://doi.org/10.2307/1165694

Schaik, P. V., Turnbull, T., Van Wersch, A., & Drummond, S. (2004). Presence Within a Mixed Reality Environment. *CyberPsychology & Behavior*, *7*(5), 14.

Scheepers, D. (n.d.). Seeing one thing and doing another: Contrast effects in automatic behavior. *Journal of Personality and Social Psychology*. Retrieved August 18, 2019, from https://www.academia.edu/20435712/Seeing_one_thing_and_doing_another_Contrast_effects_in_automatic_behavior

Schloerb, D. W. (1995). A Quantitative Measure of Telepresence. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, *4*(1), 64–80. https://doi.org/10.1162/pres.1995.4.1.64

Schröder, T., & Thagard, P. (2013). The affective meanings of automatic social behaviors: Three mechanisms that explain priming. *Psychological Review*, *120*(1), 255–280. https://doi.org/10.1037/a0030972

Schubert, T., Friedmann, F., & Regenbrecht, H. (2001). The Experience of Presence: Factor Analytic Insights. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, *10*(3), 266–281. https://doi.org/10.1162/105474601300343603

Schubert, T., Friedmann, F., & Regenbrecht, H. (1999). Embodied Presence in Virtual Environments. *In Ray Paton & Irene Neilson (Eds.), Visual Representations and Interpretations*, 269–278.

Schuemie, M. J., van der Straaten, P., Krijn, M., & van der Mast, C. A. P. G. (2001). Research on Presence in Virtual Reality: A Survey. *CyberPsychology & Behavior*, *4*(2), 183–201. https://doi.org/10.1089/109493101300117884

Seyama, J., & Nagayama, R. (2007). The Uncanny Valley: Effect of Realism on the Impression of Artificial Human Faces. *Presence*, *16*, 337–351. https://doi.org/10.1162/pres.16.4.337

Shah, L. B. I., Torres, S., Kannusamy, P., Chng, C. M. L., He, H.-G., & Klainin-Yobas, P. (2015). Efficacy of the Virtual Reality-Based Stress Management Program on Stress-Related Variables in People With Mood Disorders: The Feasibility Study. *Archives of Psychiatric Nursing*, *29*(1), 6–13. https://doi.org/10.1016/j.apnu.2014.09.003

Shannon, C. E. (1948). A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal*, *27*(3), 379–423. https://doi.org/10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x

Sheridan, T. B. (1992). Musings on Telepresence and Virtual Presence. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, *1*(1), 120–126. https://doi.org/10.1162/pres.1992.1.1.120

Shin, D. (2018). Empathy and embodied experience in virtual environment: To what extent can virtual reality stimulate empathy and embodied experience? *Computers in Human Behavior*, *78*, 64–73. https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.09.012

Shin, D., & Biocca, F. (2018). Exploring immersive experience in journalism. *New Media & Society*, *20*(8), 2800–2823. https://doi.org/10.1177/1461444817733133

Short, J., Williams, E., & Christie, B. (1976). *The Social Psychology of Telecommunications*. John Wiley and Sons Ltd.

Sjölie, D. (2012). Presence and general principles of brain function. *Interacting with Computers*, *24*(4 SI), 193–202.

Slater, M. (1999). *Measuring Presence: A Response to the Witmer and Singer Presence Questionnaire*.

Slater, M. (2004). How Colorful Was Your Day? Why Questionnaires Cannot Assess Presence in Virtual Environments. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, *13*(4), 484–493. https://doi.org/10.1162/1054746041944849

Slater, M. (2003). *A note on presence terminology*. *3*. http://www.cs.ucl.ac.uk/research/vr/Projects/Presencia/ConsortiumPublications/ucl_cs_papers/presence-terminology.htm

Slater, M., Linakis, V., Usoh, M., & Kooper, R. (1996). Immersion, presence and performance in virtual environments: An experiment with tri-dimensional chess. *Proceedings of the ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology*, 163–172. https://doi.org/10.1145/3304181.3304216

Slater, M., Lotto, B., Arnold, M. M., & Sánchez-Vives, M. V. (2009). *How we experience immersive virtual environments: The concept of presence and its measurement*. http://diposit.ub.edu/dspace/handle/2445/49643

Slater, M., & Usoh, M. (1993). Representations Systems, Perceptual Position, and Presence in Immersive Virtual Environments. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, *2*(3), 221–233. https://doi.org/10.1162/pres.1993.2.3.221

Slater, M., Usoh, M., & Steed, A. (1994). Depth of Presence in Virtual Environments. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, *3*(2), 130–144. https://doi.org/10.1162/pres.1994.3.2.130

Slater, M., & Wilbur, S. (1997). A Framework for Immersive Virtual Environments (FIVE): Speculations on the Role of Presence in Virtual Environments. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, *6*(6), 603–616. https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.6.603

Smeesters, D., Wheeler, S. C., & Kay, A. C. (2009). The role of interpersonal perceptions in the prime-to-behavior pathway. *Journal of Personality and Social Psychology*, *96*(2), 395–414. https://doi.org/10.1037/a0012959

Smeesters, D., Wheeler, S. C., & Kay, A. C. (2010). Chapter 5 - Indirect Prime-to-Behavior Effects: The Role of Perceptions of the Self, Others, and Situations in Connecting Primed Constructs to Social Behavior. In *Advances in Experimental Social Psychology* (Vol. 42, pp. 259–317). Academic Press. https://doi.org/10.1016/S0065-2601(10)42005-5

Smeesters, Warlop, L., Van Avermaet, E., Corneille, O., & Yzerbyt, V. (2003). Do not prime hawks with doves: The interplay of construct activation and consistency of social value orientation on cooperative behavior. *Journal of Personality and Social Psychology*, *84*(5), 972–987. https://doi.org/10.1037/0022-3514.84.5.972

Smith, D. A., Vivian, D., & O'Leary, K. D. (1990). Longitudinal prediction of marital discord from premarital expressions of affect. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, *58*(6), 790–798. https://doi.org/10.1037/0022-006X.58.6.790

Smith, S. M., & Vela, E. (2001). Environmental context-dependent memory: A review and meta-analysis. *Psychonomic Bulletin & Review*, *8*(2), 203–220. https://doi.org/10.3758/BF03196157

Snow, M. P., & Williges, R. C. (1998). Empirical Models Based on Free-Modulus Magnitude Estimation of Perceived Presence in Virtual Environments. *Human Factors*, *40*(3), 386–402. https://doi.org/10.1518/001872098779591395

Snyder, M., & Swann, W. B. (1978). Behavioral confirmation in social interaction: From social perception to social reality. *Journal of Experimental Social Psychology*, *14*(2), 148–162. https://doi.org/10.1016/0022-1031(78)90021-5

Spears, R., Gordijn, E., Dijksterhuis, A., & Stapel, D. A. (2004). Reaction in Action: Intergroup Contrast in Automatic Behavior. *Personality and Social Psychology Bulletin*, *30*(5), 605–616. https://doi.org/10.1177/0146167203262087

Spencer-Smith, J., Wild, H., Innes-Ker, Å. H., Townsend, J., Duffy, C., Edwards, C., Ervin, K., Merritt, N., & Pair, J. W. (2001). Making faces: Creating three-dimensional parameterized models of facial expression. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, *33*(2), 115–123. https://doi.org/10.3758/BF03195356

Sperling, G. (1960). The information available in brief visual presentations. *Psychological Monographs: General and Applied*, *74*(11), 1–29. https://doi.org/10.1037/h0093759

Spielberger, C. D. (1983). *Manual for the State-Trait Anxiety Inventory STAI (Form Y) (“Self-Evaluation Questionnaire”)*. http://ubir.buffalo.edu/xmlui/handle/10477/1873

Sproull, L., Subramani, M., Kiesler, S., Walker, J. H., & Waters, K. (1996). When the interface is a face. *Human-Computer Interaction*, *11*(2), 97–124. https://doi.org/10.1207/s15327051hci1102_1

Srull, T. K., & Wyer, R. S. (1979). The role of category accessibility in the interpretation of information about persons: Some determinants and implications. *Journal of Personality and Social Psychology*, *37*(10), 1660–1672. https://doi.org/10.1037/0022-3514.37.10.1660

Steele, J. R., & Ambady, N. (2006). “Math is Hard!” The effect of gender priming on women’s attitudes. *Journal of Experimental Social Psychology*, *42*(4), 428–436. https://doi.org/10.1016/j.jesp.2005.06.003

Steuer, J. (1992). Defining Virtual Reality: Dimensions Determining Telepresence. *Journal of Communication*, *42*(4), 73–93. https://doi.org/10.1111/j.1460-2466.1992.tb00812.x

Sutcliffe, A., Gault, B., Fernando, T., & Tan, K. (2006). Investigating interaction in CAVE virtual environments. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, *13*(2), 235–267. https://doi.org/10.1145/1165734.1165738

Sutherland, I. E. (1968). A head-mounted three dimensional display. *Proceedings of the December 9-11, 1968, Fall Joint Computer Conference, Part I on - AFIPS ’68 (Fall, Part I)*, 757. https://doi.org/10.1145/1476589.1476686

Thornson, C. A., Goldiez, B. F., & Le, H. (2009). Predicting presence: Constructing the Tendency toward Presence Inventory. *International Journal of Human-Computer Studies*, *67*(1), 62–78. https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2008.08.006

Tipples, J., Atkinson, A. P., & Young, A. W. (2002). The eyebrow frown: A salient social signal. *Emotion (Washington, D.C.)*, *2*(3), 288–296. https://doi.org/10.1037/1528-3542.2.3.288

Todorov, A., Olivola, C. Y., Dotsch, R., & Mende-Siedlecki, P. (2015). Social Attributions from Faces: Determinants, Consequences, Accuracy, and Functional Significance. *Annual Review of Psychology*, *66*(1), 519–545. https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143831

Trower, P., Bryant, B., & Argyle, M. (1978). *Social Skills and Mental Health* (Psychological Medicine, Vol. 8). Cambridge University Press. https://www.cambridge.org/core/journals/psychological-medicine/article/social-skills-and-mental-health-by-p-trower-b-bryant-and-m-argyle-pp-306-illustrated-775-hb-490-university-pb-methuen-london-1978/81B1AA90CFDFF1C0FDA4A100CCE89B22

Usoh, M., Catena, E., Arman, S., & Slater, M. (2000). Using Presence Questionnaires in Reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, *9*(5), 497–503. https://doi.org/10.1162/105474600566989

Vala, M., Sequeira, P., Paiva, A., & Aylett, R. (2007). FearNot! demo: A virtual environment with synthetic characters to help bullying. *AAMAS'07 - Proceedings of the 6th International Joint Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems*, 1381–1382. https://doi.org/10.1145/1329125.1329452

van Baaren, R. B., Maddux, W. W., Chartrand, T. L., de Bouter, C., & van Knippenberg, A. (2003). It takes two to mimic: Behavioral consequences of self-construals. *Journal of Personality and Social Psychology*, *84*(5), 1093–1102. https://doi.org/10.1037/0022-3514.84.5.1093

Varlet, M., Coey, C. A., Schmidt, R. C., & Richardson, M. J. (2012). Influence of stimulus amplitude on unintended visuomotor entrainment. *Human Movement Science*, *31*(3), 541–552. https://doi.org/10.1016/j.humov.2011.08.002

Viaud-Delmon, I. (2007). *Corps, action et cognition: La réalité virtuelle au défi des sciences cognitives*. 22.

Wallace, S., Parsons, S., Westbury, A., White, K., White, K., & Bailey, A. (2010). Sense of presence and atypical social judgments in immersive virtual environments: Responses

of adolescents with Autism Spectrum Disorders. *Autism*. https://doi.org/10.1177/1362361310363283

Wallace, S. T., & Alden, L. E. (1997). Social phobia and positive social events: The price of success. *Journal of Abnormal Psychology*, *106*(3), 416–424. https://doi.org/10.1037/0021-843X.106.3.416

Wallach, H. S., Safir, M. P., & Bar-Zvi, M. (2009). Virtual Reality Cognitive Behavior Therapy for Public Speaking Anxiety: A Randomized Clinical Trial. *Behavior Modification*, *33*(3), 314–338. https://doi.org/10.1177/0145445509331926

Waltemate, T., Gall, D., Roth, D., Botsch, M., & Latoschik, M. E. (2018). The Impact of Avatar Personalization and Immersion on Virtual Body Ownership, Presence, and Emotional Response. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, *24*(4), 1643–1652. https://doi.org/10.1109/TVCG.2018.2794629

Walther, J. B. (1992). Interpersonal Effects in Computer-Mediated Interaction: A Relational Perspective. *Communication Research*, *19*(1), 52–90. https://doi.org/10.1177/009365092019001003

Wang, X., Qian, M., Yu, H., Sun, Y., Li, S., Yang, P., Lin, M., Yao, N., & Zhang, X. (2016). Social Anxiety and Interpretation Bias: Effect of Positive Priming. *Psychological Reports*, *119*(2), 539–556. https://doi.org/10.1177/0033294116658605

Waxer, P. (1974). Nonverbal cues for depression. *Journal of Abnormal Psychology*, *83*(3), 319–322. https://doi.org/10.1037/h0036706

Waxer, P. (1976). Nonverbal cues for depth of depression: Set versus no set. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, *44*(3), 493–493. https://doi.org/10.1037/0022-006X.44.3.493

Weightman, M. J., Air, T. M., & Baune, B. T. (2014). A Review of the Role of Social Cognition in Major Depressive Disorder. *Frontiers in Psychiatry*, *5*. https://doi.org/10.3389/fpsyt.2014.00179

Wendt, C. S., & Berg, G. (2009). Nonverbal humor as a new dimension of HRI. *RO-MAN 2009 - The 18th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication*, 183–188. https://doi.org/10.1109/ROMAN.2009.5326230

Wheeler, S. C., & Petty, R. E. (2001). The effects of stereotype activation on behavior: A review of possible mechanisms. *Psychological Bulletin*, *127*(6), 797–826.

Wheeler, S. Christian, DeMarree, K. G., & Petty, R. E. (2005). The roles of the self in priming-to-behavior effects. In A. Tesser, J. V. Wood, & D. A. Stapel, *Building, Defending, and*

Regulating the Self: A Psychological Perspective (Psychology Press). Taylor and Francis group.

Wheeler, S. Christian, DeMarree, K. G., & Petty, R. E. (2007). Understanding the Role of the Self in Prime-to-Behavior Effects: The Active-Self Account. *Personality and Social Psychology Review*, *11*(3), 234–261. https://doi.org/10.1177/1088868307302223

Wheeler, S.Christian, Jarvis, W. B. G., & Petty, R. E. (2001). Think Unto Others: The Self-Destructive Impact of Negative Racial Stereotypes. *Journal of Experimental Social Psychology*, *37*(2), 173–180. https://doi.org/10.1006/jesp.2000.1448

Wideström, J., Axelsson, A.-S., Schroeder, R., Nilsson, A., Heldal, I., & Abelin, \AAsa. (2000). The Collaborative Cube Puzzle: A Comparison of Virtual and Real Environments. *Proceedings of the Third International Conference on Collaborative Virtual Environments*, 165–171. https://doi.org/10.1145/351006.351035

Wiederhold, B. K., & Bouchard, S. (2014). Virtual Reality for Posttraumatic Stress Disorder. In *Advances in Virtual Reality and Anxiety Disorders* (pp. 211–233). Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-1-4899-8023-6_10

Wiederhold, B. K., & Wiederhold, M. D. (2003). Three-Year Follow-Up for Virtual Reality Exposure for Fear of Flying. *CyberPsychology & Behavior*, *6*(4), 441–445. https://doi.org/10.1089/109493103322278844

Wiener, N. (1964). *God and Golem, Inc: A Comment on Certain Points where Cybernetics Impinges on Religion*. MIT Press.

Williams, L. E., & Bargh, J. A. (2008). Experiencing Physical Warmth Promotes Interpersonal Warmth. *Science*, *322*(5901), 606–607. https://doi.org/10.1126/science.1162548

Wiltermuth, S. S., & Heath, C. (2009). Synchrony and Cooperation. *Psychological Science*, *20*(1), 1–5. https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2008.02253.x

Witmer, B. G., & Singer, M. J. (1998). Measuring Presence in Virtual Environments: A Presence Questionnaire. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, *7*(3), 225–240. https://doi.org/10.1162/105474698565686

Wyer, N. A., Calvini, G., Nash, A., & Miles, N. (2010). Priming in Interpersonal Contexts: Implications for Affect and Behavior. *Personality and Social Psychology Bulletin*, *36*(12), 1693–1705. https://doi.org/10.1177/0146167210386968

Yee, N., & Bailenson, J. (2007). The Proteus Effect: The Effect of Transformed Self-Representation on Behavior. *Human Communication Research*, *33*(3), 271–290. https://doi.org/10.1111/j.1468-2958.2007.00299.x

Yee, N., Bailenson, J. N., & Ducheneaut, N. (2009). The Proteus Effect: Implications of Transformed Digital Self-Representation on Online and Offline Behavior. *Communication Research*. https://doi.org/10.1177/0093650208330254

Yee, N., Ducheneaut, N., Yao, M., & Nelson, L. (2011). Do men heal more when in drag? Conflicting identity cues between user and avatar. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 773–776. https://doi.org/10.1145/1978942.1979054

Yonelinas, A. P. (2002). The Nature of Recollection and Familiarity: A Review of 30 Years of Research. *Journal of Memory and Language*, *46*(3), 441–517. https://doi.org/10.1006/jmla.2002.2864

Zahorik, P. (2002). Assessing auditory distance perception using virtual acoustics. *The Journal of the Acoustical Society of America*, *111*(4), 1832–1846. https://doi.org/10.1121/1.1458027

Zajonc, R. B. (1998). Emotions. In *The handbook of social psychology, Vols. 1-2, 4th ed* (pp. 591–632). McGraw-Hill.

Zeng, N., Pope, Z., Lee, J. E., & Gao, Z. (2018). Virtual Reality Exercise for Anxiety and Depression: A Preliminary Review of Current Research in an Emerging Field. *Journal of Clinical Medicine*, *7*(3), 42. https://doi.org/10.3390/jcm7030042

Zidani, M., Borgeat, F., O'Connor, K., & Aardema, F. (2015). Augmentation de la psychothérapie par amorçage préconscient (APAP): Étude d'un cas. *Journal de Thérapie Comportementale et Cognitive*, *25*(3), 85–92. https://doi.org/10.1016/j.jtcc.2015.06.001

Annexe 1 – Article d'amorçage contextuel

ETUDES « Université de Nîmes : 12 ans de formation au cœur de la Rome Française »

L'Université nîmoise a fêté sa 12ème année d'activité en 2019. Retour sur ce qui en fait un pôle d'attraction de l'agglomération nîmoise.

Entrée du site Vauban de l'Université. *Crédit : France 3©*

Depuis 2007, l'Université de Nîmes propose un catalogue de formations complet. En effet, il se divise en trois départements pédagogiques comprenant : droit/économie/gestion, psychologie/lettres/langues /histoire, et sciences/arts. C'est ce qui permet à l'université de proposer, aux quelques 4350 étudiants inscrits, une quarantaine de diplômes permettant l'accès à l'emploi ou à d'autres études. Autour des licences classiques que sont les licences LLCER (Langues, Littératures, Civilisations Etrangères Régionales), Arts, AES (Administration Economique et Sociale), Lettres Modernes, Droit, Psychologie, Histoire, Mathématiques, Biologie, et STAPS, l'Université propose également des licences professionnelles variées telles que celles portant sur les métiers de la mode, du notariat, de la robotique, de l'optique ou encore de la recherche privée. Ces formations peuvent être complétées par les diverses spécialités de master présentes dans le catalogue de l'Université de Nîmes.

> L'Université s'engage pour le bien-être de ses étudiants en proposant des activités sportives, une médecine préventive, l'accès à une psychologue et des ateliers de gestion du stress, des consultations de diététique, d'addictologie, et également, des dispositifs permettant d'aider les étudiants les plus précaires (braderies, solidaribus, ...).

L'Université s'étend dans l'agglomération nimoise et dispose aujourd'hui de 4 sites dans le fort Vauban, aux Carmes, dans le parc Scientifique Georges Besse et enfin dans le quartier Hoche-Sernam. Le cœur de l'Université se trouve sur le site Vauban qui a vu s'implanter les services administratifs (scolarité, secrétariats, ressources humaines, …), pédagogiques, informatifs (ba2ip, bibliothèque), associatifs et la plupart des événements culturels offerts par l'Université.

Le site accueille à lui seul environ 2500 étudiants qui se répartissent en 5 amphithéâtres, et 5 bâtiments constitués de salles de classe. Les amphithéâtres sont de tailles différentes afin de s'adapter au nombre d'inscrits dans chaque promotion. Ils sont également régulièrement sollicités afin d'accueillir des conférences dans le cadre d'événements culturels ou scientifiques. Leur disposition permet au public d'avoir une vision claire à la fois de la personne qui intervient au micro, et du tableau sur lequel sont projetées ou inscrites manuellement, des informations relatives à l'enseignement. Les plus petites salles sont généralement réservées à des groupes d'une quarantaine d'étudiants afin de proposer des travaux dirigés (TD) supports aux cours magistraux (CM). Elles sont toutes constituées de tables et de chaises grises, d'une table plus grande à destination du professeur et d'affichages promotionnels d'événements ayant lieu à l'Université. Chaque salle dispose également d'un tableau et d'un vidéoprojecteur qui permet généralement d'afficher sur grand écran le cours dispensé, ou l'exposé proposé par un étudiant. Elles sont à la fois le théâtre de cours et d'examen oraux ou écrits en fonction des matières. •

Université de Nîmes

5 Rue du Dr. Georges Salan

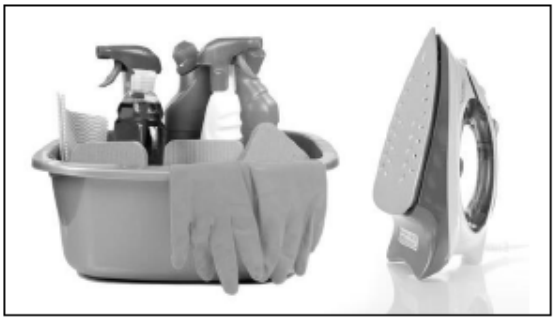
30 000 Nîmes

Contact : *04.66.36.46.46*

Annexe 2 – Article d'amorçage neutre

VIE QUOTIDIENNE « Le ménage : s'organiser reste la clé »

Depuis le début du 20ème siècle, le développement de l'électroménager a permis de réduire le temps alloué au ménage qui reste estimé à 2h par jour.



Ensemble de ménage. *Crédit : confortadomicile.com©*

Les tâches ménagères représentent l'ensemble des activités d'entretien matériel des membres du ménage, de son logement et de son équipement. Avec les courses et la cuisine, elles constituent l'aspect le plus massif du temps domestique. Cependant, depuis le début du 20ème siècle, le développement de l'électroménager a permis de réduire les corvées les plus astreignantes, les plus sales et les plus dangereuses. Cela a été particulièrement le cas avec les appareils tels que l'aspirateur, le lave-linge ou encore le lave-vaisselle, qui dispensent des tâches pénibles et peu gratifiantes, ou du moins les simplifient considérablement.

> Le secret est de procéder au fur et à mesure et de ne pas remettre à plus tard ce qui peut être fait immédiatement. Cela permet non seulement un gain de temps considérable, mais également une diminution de la charge de travail ultérieure. Ainsi, il est plus efficace de faire la vaisselle juste après avoir mangé que de tout laisser s'accumuler dans l'évier. Retarder la tâche provoque le risque de ne plus avoir assez de temps pour s'en occuper.

Malgré cela, selon l'INSEE, les Français estimaient à environ 2 heures le temps de travail domestique quotidien en 2010. La majorité de ce temps est consacré au rangement et au nettoyage de la maison. Pour beaucoup de personnes, les tâches ménagères restent donc une corvée importante et très chronophage. Afin de ne pas se laisser déborder, il existe certaines astuces visant à optimiser ces tâches dans le but de gagner en efficacité et en productivité.

Dans un premier temps, l'idéal est d'essayer de tenir à jour la liste des tâches à effectuer, classées par pièce et par fréquence. Il peut s'agir de tâches quotidiennes (ranger ce qui traine, faire la vaisselle, sortir la poubelle…) ou de grosses corvées à prévoir sur du plus long terme. Ces dernières peuvent être hebdomadaires (passer la serpillère, faire les lessives…), mensuelles (nettoyer les vitres, le réfrigérateur…), voire annuelles pour les tâches les plus ingrates (nettoyer les portes, les tapis…), tout en se rappelant qu'épisodique ne veut pas dire optionnel. Parmi toutes ces tâches, il est important de définir des priorités. Ces priorités peuvent être posées en construisant la liste par ordre d'importance. Une fois la liste effectuée, il est possible d'établir un planning fixe et régulier des tâches. En effet, même avec toute la bonne volonté du monde, il n'est pas possible tout faire en une seule journée. Les tâches quotidiennes n'ont pas à être intégrées dans le planning, car elles doivent de toute façon être réalisées tous les jours. Les tâches spécifiques peuvent être planifiées pour chaque jour de la semaine. Par exemple, il est envisageable de passer l'aspirateur tous les lundis et jeudis et de nettoyer la terrasse les mercredis. Il est également possible de planifier les jours de courses, ce qui évitera de devoir aller au supermarché chaque matin. Par ailleurs, l'existence d'un planning peut aussi permettre le travail en équipe au sein du foyer. Il suffit d'ajouter le prénom de chaque membre de la famille à côté d'une tâche qui lui est attribuée, cela allègera les corvées de chacun et pourra également responsabiliser les plus jeunes.

Même si l'application de ces astuces demande une certaine discipline, elles permettent une meilleure organisation et un meilleur rendement. •

A-F

Annexe 3 – Echelle de perception étude 3

ÉCHELLE DE PERCEPTION

Merci d'indiquer sur une échelle de 0 (pas du tout) à 4 (totalement) à quel point le public vous a paru correspondre aux adjectifs suivants :

Amical	0	1	2	3	4
Rebel	0	1	2	3	4
Accueillant	0	1	2	3	4
Avenant	0	1	2	3	4
Egoïste	0	1	2	3	4
Communicatif	0	1	2	3	4
Agréable	0	1	2	3	4
Coopératif	0	1	2	3	4
Sociable	0	1	2	3	4
Individualiste	0	1	2	3	4
Renfermé	0	1	2	3	4
Altruiste	0	1	2	3	4
Négligeant	0	1	2	3	4
Unis	0	1	2	3	4
Généreux	0	1	2	3	4
Désagréable	0	1	2	3	4
Incluant dans leur communauté	0	1	2	3	4
Solitaire	0	1	2	3	4
Indépendant	0	1	2	3	4
Récalcitrant	0	1	2	3	4
Autonome	0	1	2	3	4
Egocentrique	0	1	2	3	4

Annexe 4 – Grille d'observation du comportement

	0	1	2	3	4
Qualité de la voix					
Volume	Inaudible	Difficile à entendre/très fort	Bas /fort	Un peu plus fort que la normale	Équilibré
Tonalité	Sans aucune expressivité	Peu expressive	Excessive	Habituelle (sans spécificité)	Nuancé
Clarté	Impossible à comprendre	Marmonne	Exagérément articulé	Claire	Articulé
Débit	Très lent/très rapide	Trainant	Rapide	Habituel (sans spécificité)	Dynamique
Conversation					
Formalité	Froide	Solennelle/Intime	Formelle/Personnelle	Habituelle (sans spécificité)	Chaleureuse
Questions	Intrusif/Aucune	Rhétoriques	Habituel (sans spécificité)	Politesse	Variées
Comportement affirmé	Dominant/Pas affirmé	Directif/peu affirmé	Complaisant	Habituel (sans spécificité)	Affirmé
Vocabulaire	Vulgaire	Inadapté	Familier	Habituel (sans spécificité)	Poli
Comportement non-verbal					
Proximité	Anormalement proche	Intime, trop proche	Distant	Proche	Distance interpersonnelle normale
Orientation	De dos	Tourné, prêt à partir	Légèrement détourné	Corps face à l'action, pieds tournés	Totalement face à l'action
Tonus	Crispé	Rigide/Vouté	Légèrement tendu	Habituel (sans spécificité)	Détendu
Gestuelle	Rigide, aucune	Bras croisés, statique	Peu de gestes/Bouge beaucoup	Habituelle (sans spécificité)	Parle avec les mains, et mouvements de la tête
Sourire	Visage fermé	Mine boudeuse	Expression neutre	Habituel (sans spécificité)	Beaucoup de sourires

Casque seul	Repos	Casque + environnement	1min 30	3 minutes

Annexe 5 – Echelle de perception étude 4

ÉCHELLE DE PERCEPTION

Merci d'indiquer à quel point la classe vous a paru correspondre aux adjectifs ci-dessous. Plus la note est proche de 1 plus l'adjectif de gauche semble qualifier la classe, plus la note est proche de 9 plus c'est l'adjectif de droite qui la qualifie le mieux :

Egocentrique	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Altruiste
Sournois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sincère
Intolérant	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tolérant
Associable	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sociable
Ennuyeux	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Amusant
Mécontent	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Content
Compétitif	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Coopératif
Irritable	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Aimable
Impopulaire	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Populaire
Impitoyable	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Indulgent
Incompétent	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Compétent
Douteux	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Fiable
Indécis	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Déterminé
Maladroit	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Habile
Frivole	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sérieux

Annexe 6 – Questions de comportement prosocial en dehors de la réalité virtuelle

QUESTIONS

S'il était nécessaire que vous interveniez à nouveau **devant une classe en réalité virtuelle** pour témoigner de votre parcours :

Seriez-vous prêts à le faire ?	OUI		NON
Si oui, combien de fois seriez-vous prêts à le faire ?	1 à 2 fois	3 à 4 fois	5 fois et plus

S'il était nécessaire que vous interveniez **devant une classe réelle** pour témoigner de votre parcours :

Seriez-vous prêts à le faire ?	OUI		NON
Si oui, combien de fois seriez-vous prêts à le faire ?	1 à 2 fois	3 à 4 fois	5 fois et plus