



HAL
open science

Silver Games : étude des facteurs humains dans le développement de jeux vidéos adaptés aux personnes âgées

Gregory Legouverneur

► **To cite this version:**

Gregory Legouverneur. Silver Games : étude des facteurs humains dans le développement de jeux vidéos adaptés aux personnes âgées. Psychologie. Université René Descartes - Paris V, 2014. Français. NNT : 2014PA05H123 . tel-01127006

HAL Id: tel-01127006

<https://theses.hal.science/tel-01127006>

Submitted on 6 Mar 2015

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

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

INSTITUT DE PSYCHOLOGIE - UNIVERSITE PARIS DESCARTES
ECOLE DOCTORALE "COGNITION, COMPORTEMENTS, CONDUITES HUMAINES"
(ED - 261 - 3CH)

DOCTORAT DE RECHERCHE - SPECIALITE PSYCHOLOGIE

SILVER GAMES :

**Étude des facteurs humains dans le développement de jeux vidéo adaptés
aux personnes âgées**

AUTEUR DU MEMOIRE DE THESE : GREGORY LEGOUVERNEUR

DIRECTEUR DE THESE: PROFESSEUR ANNE-SOPHIE RIGAUD

SOUTENANCE PREVUE LE 28 NOVEMBRE 2014

MEMBRES DU JURY:

DOCTEUR EVELYNE KLINGER (RAPPORTEUR)

PROFESSEUR PIERRE JOUVELOT (RAPPORTEUR)

PROFESSEUR CHARLES TIJUS

PROFESSEUR PHILIPPE ROBERT

Résumé de thèse :

Depuis de nombreuses années, la recherche dans le domaine du vieillissement s'attache à comprendre ce phénomène complexe et à identifier des solutions aux problématiques médicales, psychologiques, économiques ou sociologiques qui en découlent. Dans ce cadre, le présent travail rend compte des résultats obtenus dans l'identification des facteurs d'utilisation des jeux vidéo comme support de la stimulation cognitive. Afin de répondre à cette question, deux études ont été mises en place : une première expérience s'est attachée à explorer la jouabilité de la console Wii de Nintendo, tandis qu'une seconde visait à déterminer les facteurs d'acceptabilité des jeux vidéo par les seniors.

Les travaux portant sur la Wii se sont focalisés sur le critère d'apprenabilité, en s'appuyant sur le cadre théorique de l'utilisabilité dans les Interfaces Homme-Machine (IHM). L'objectif était donc d'analyser les données recueillies au terme d'une observation comportementale, afin d'évaluer l'évolution de la maîtrise de l'interaction entre le joueur et le jeu. Les deux jeux retenus étaient le Bowling et le Tennis, auxquels les participants devaient jouer lors de quatre séances comprenant chacune deux parties de chaque jeu. Trois groupes de participants ont été ainsi constitués, comprenant des sujets jeunes, des seniors sans troubles cognitifs, et des seniors souffrant d'un *Mild Cognitive Impairment*. Trois patients souffrant de la Maladie D'Alzheimer ont également participé à cette étude. Les résultats confirment un effet de l'âge, modéré par l'effet d'apprentissage ; l'effet du profil cognitif s'est avéré plus discret, et l'étude individuelle des trois volontaires souffrant de démence nous encourage à postuler la préservation d'un apprentissage moteur implicite, mais aussi à la présence obligatoire d'un médiateur humain.

L'investigation des représentations de nos aînés sur un divertissement « réservé aux jeunes » a été opérationnalisée grâce à la constitution de deux focus groupes. L'objectif était de proposer une prise en main de différents jeux modernes, et d'explorer l'univers des jeux vidéo sous différents aspects, incluant le *gameplay*, les questions éthiques ou l'investissement financier. Les différentes

thématiques étaient abordées de manière à susciter un libre échange entre les participants. Le matériel recueilli a par la suite été soumis à une analyse de contenu thématique : les différents extraits des échanges recueillis lors des deux focus groupes ont été étiquetés au moyen de mots clé, et les étiquettes ainsi obtenues ont permis de construire un arbre thématique. Les résultats de cette étude nous ont permis de mettre en évidence un intérêt très variable pour les jeux vidéo, mais aussi un souci prégnant de préserver ses facultés cognitives. L'amusement est possible mais semble répondre à des critères très hétérogènes ; un consensus sur des jeux impliquant de la réflexion, de la créativité et l'acquisition de nouvelles connaissances s'est néanmoins dégagé. D'un point de vue plus pragmatique, il existe un refus clair d'investir dans du matériel spécifique aux jeux vidéo, ou même dans les jeux eux-mêmes. Enfin, les jeux de type *First Person Shooter*, mis en avant pour la sollicitation du réseau visuo-attentionnel, sont massivement rejetés en raison de la violence associée au *gameplay*.

En conclusion de ce travail, ces résultats sont d'abord mis en relation avec les données de la littérature afin de dégager les apports réalisés et les limites expérimentales des études décrites. Notre réflexion se termine sur une synthèse des recommandations sur l'implémentation du jeu comme support d'entraînement ou de réhabilitation cognitive, mais aussi sur les questions de recherche et les problématiques identifiées au terme de ce cheminement intellectuel et humain.

Mots-clés : vieillissement cognitif, gérontechnologies, IHM, jeux digitaux, effet de l'âge, analyse qualitative, acceptabilité.

Thesis summary:

For many years, research in the field of aging has focused on understanding this complex phenomenon and identifying solutions to medical, economic, psychological or sociological issues linked to it. In this context, the aim of this thesis was to identify factors that facilitate the use of video games as a medium for cognitive stimulation in older adults. To answer this question, two studies were carried out: the first one focused on exploring the gameplay of the Nintendo Wii, and the second one aimed at determining the factors of acceptability for video game in older adults.

The work on the Wii was focused on the criterion of learnability, based on the theoretical framework of usability in Human Machine Interfaces. The objective was to analyze the data collected throughout a behavioral experimentation in order to assess the process by which the older adults were able to master the game (either bowling or tennis). Participants had to play four sessions and each session encompassed two sets of each game. Three groups of participants were implemented: younger patients, older adults without cognitive impairment and suffering from Mild Cognitive Impairment respectively. Three patients suffering from Alzheimer's disease also participated in this study. The results confirm an effect of age, which is moderated by the learning effect. The effect of the cognitive profile was more subtle. The analysis of the data for each volunteer with dementia showed that positive results in the games were probably due to the preservation of implicit motor learning, but also required the mandatory presence of a human mediator.

The investigation of older adults' representations of entertainments "dedicated to young people" was carried out in two focus groups. The aim was to let older adults play with different modern games, and explore the world of video games from different angles, including gameplay, ethical issues or financial investment. Different themes were brought up in order to encourage free discussion between participants. The collected material was subsequently subjected to thematic content analysis: the different items of material collected

during the two focus groups were labeled with key words, and then the tags that we obtained were used to build a theme tree. The results of this study showed that older adults had various interests in video games, but a strong desire to preserve their cognitive functions. For older adults, fun is possible when playing videogames but seems to be linked to very heterogeneous criteria. However, our results showed a consensus among older adults on criteria for appropriate games such as stimulating thinking, creativity and new knowledge. From a more pragmatic point of view, there is a clear refusal to invest in specific equipment for games. Finally, games like First Person Shooter, put forward because of their potential benefit on visual and attentional functions, were rejected because of the violence associated with the gameplay.

In the last part of this work, we compared our results with those of the literature in order to identify our contributions as well as the experimental limits of our studies. Then our reflection focused on a summary of guidelines for the implementation of games aiming at supporting cognitive training or rehabilitation. We also analyzed the research questions and issues identified at the end of this intellectual and human process.

Keywords: cognitive aging, gerontechnologies, HMI, digital games, effect of age, qualitative analysis, acceptability

REMERCIEMENTS

Le travail présenté dans ce document est le fruit de quatre années de travail au sein de l'équipe LUSAGE ; quatre années riches en événements professionnels et personnels, suscitant autant de joie, de fierté, d'enthousiasme et de satisfaction, que de doutes, de déceptions, d'humilité et de remise en question. Ce chemin n'aurait pu être parcouru sans l'aide de nombreuses personnes que je souhaite remercier chaleureusement pour leur soutien et leur bienveillance. Mais chacun m'a apporté quelque chose de spécifique que je tiens à préciser.

En premier lieu, je tiens à remercier tout particulièrement ma directrice de thèse, le Pr. Anne-Sophie Rigaud, pour la qualité de son encadrement bien sur, mais aussi pour sa bienveillance, sa disponibilité, ses conseils avisés, ainsi que pour son respect de mon rythme d'avancement, souvent particulier et parfois inquiétant.

Je tiens également à remercier Le Dr. Evelyne Klinger et le Pr. Pierre Jouvelot d'avoir accepté d'être les rapporteurs de cette thèse, ainsi que Le Pr. Charles Tijus et le Pr. Philippe Robert d'avoir accepté de participer à mon jury.

La recherche expérimentale nécessite des sujets volontaires qui donnent de leur temps et sans lesquels nous n'obtiendrions aucun résultat. Je saisi donc l'opportunité de remercier l'ensemble des personnes qui ont accepté de participer à mes études, ainsi que les associations grâce auxquelles nous pouvons recruter (Old'Up, E-Seniors, Point paris Emeraude Paris 13^e).

Le soutien des collègues est précieux dans l'aventure professionnelle que représente la thèse, et nombreux sont ceux sur lesquels j'ai pu compter tout au long de ces quatre années. Je pense en premier lieu aux collègues avec lesquels j'ai collaboré sur les différents travaux liés à ma thèse : Maribel Pino, Mélodie Boulay et Mélanie Cornuet sur les tests utilisateurs Wii, ainsi que Ya-Huei Wu et Souad Damnée sur les focus groupes de *Gérontechnologies et Vous*. Les différents stagiaires que j'ai eu l'occasion d'encadrer m'ont également permis d'avancer lorsque les impératifs professionnels empiétaient sur la thèse, donc un grand merci à : Mamadou Diao, Nergis Tombak et Freha Carteron.

Mais je pense également à tous les collègues de l'équipe LuCo, qui m'ont aidé d'une autre manière, par leur bonne humeur, leur disponibilité, leurs conseils et leur soutien. Je remercie donc chaleureusement : Samuel Benvéniste, Caio Bolzani, Giovanni Carletti, Victoria Cristancho-Lacroix, Leila Djabelkhir, Sofana Hamidi, Hélène Kerhervé, Philippe Lopez et Pierre Wargnier, ainsi que Serge Reingewirtz et Véronique Ferracci. Des collègues sont donc partis vers d'autres horizons, mais ont contribué à mon aventure à un moment donné ; je remercie Fanny Lorentz pour son professionnalisme enthousiaste et nos échanges sur les films de super-héros et Jeremy Wrobel pour sa bonne humeur et la solidarité masculine.

Je n'oublie pas toute l'équipe de l'Hôpital de Jour, que je remercie également pour son soutien *du premier étage* : Sandra Boespflug, Yasmina Boudali, Inge Cantegreuil, Elodie Jard, Nassim Jérémy Sabrina Jollet, Julie Maire, Florence Moulin, Hermine Lenoir, Galdric Orvoen, Mathieu Plichart, Maria Rego-Lopez, Marie-Laure Seux, et Jean-Sébastien Vidal, ainsi que l'ensemble des infirmières.

Le travail de recherche est parsemé de doutes et d'interrogations ; je remercie donc toutes les personnes qui ont pu m'aider à avancer dans ma démarche intellectuelle : en particulier Jocelyne de Rotrou qui m'a poussé à entreprendre cette aventure, et Gérard Cornet pour nos nombreux échanges et collaborations, mais aussi le Pr. Alain Pruski, Consuelo Grenatta, le Dr. Eudes Ménager, Catherine Rolland et le Pr. François Jouen pour ses commentaires constructifs quand le doute me gagnait. Je remercie également Mélanie Shaiek-Reversat pour sa disponibilité au secrétariat de l'ED, et Nadège Krebs, pour m'avoir sorti du pétrin quand la moitié de mon travail disparaissait avec l'ordinateur défectueux qui la contenait.

Sur un plan personnel, le parcours a également sollicité un soutien sans faille de mon entourage. Je remercie bien sur l'ensemble de mes amis, mes *potos*, pour leurs encouragements et leur disponibilité irréprochable à l'heure de l'apéritif. Je remercie également le Professeur Jean-Paul Montagner, pour ses encouragements et conseils en tant qu'ami, ainsi que tous les amis de la famille qui m'ont encouragé.

J'ai également une pensée pour mes beaux-parents Jean-Paul et Odette, mon beau-frère Bruno et sa compagne Amélie, et le grand-père de ma compagne Gaston, que je remercie pour leurs encouragements.

Je pense évidemment à ma famille, ma mère Nelly, mon beau-père Fabien, mon parrain Gérard et ma tante Hélène, ainsi que mon père Frédéric pour avoir m'avoir amené jusque là, malgré des débuts paresseux, et pour leur indéfectible affection qui a construit la personne que je suis devenue : MERCI ! Je remercie également ma petite sœur Stéphanie, mon petit frère Alexander et ma petite cousine Sara, avec une grande affection.

J'ai une pensée émue pour mes grands-parents, dont je ne profite pas assez malgré le temps ironiquement passé à travailler pour eux. Je remercie donc avec beaucoup de tendresse ma mamie Marie-Thérèse, ma plus grande supportrice depuis ma naissance, ainsi que Mama Monique et Papou Yvon auxquels je pense fort en Champagne.

Enfin, cette thèse n'aurait pu aboutir sans le soutien inconditionnel de ma compagne Stéphanie, qui a du supporter mes angoisses et mes frustrations au quotidien malgré les épreuves de la vie ; ses encouragements et son amour m'ont également permis de garder le cap de l'aboutissement. Et grâce à son aide active les derniers jours, j'ai pu venir à bout de ce défi : merci mon amour !

Je dédie ce mémoire à mon grand-père Edouard, qui nous a quitté le 14 août 2011.

Je suis sûr qu'il n'aurait pas été un grand partisan des jeux vidéo, mais je suis certain aussi qu'il aurait été très fier de son petit-fils...

PREFACE

L'étude du vieillissement constitue un domaine de recherche particulièrement dynamique depuis de nombreuses années. Outre l'intérêt du sujet lui-même, de nombreux enjeux médicaux, psychologiques et socio-économiques sont liés à un vieillissement démographique prédit dans les années à venir et attisent notre besoin de comprendre cette notion complexe.

Les problématiques connexes de la dépendance, de la fragilité et du vieillissement cognitif cristallisent particulièrement bien les inquiétudes de notre société et nous interrogent sur notre capacité actuelle et future à prendre en charge nos aînés : comment préserver la qualité de vie et la dignité des personnes qui ont perdu leur capacité à s'occuper d'elles-mêmes ?

Dans ce contexte, la stimulation cognitive est devenue une quête, et ses bénéfices suscitent l'espoir des patients, de leurs proches et des professionnels de santé. Elle apparaît également comme une réponse aux angoisses de la Maladie, un moyen de préserver notre mémoire et notre identité.

Si les nouvelles technologies génèrent de nouvelles perspectives en termes de prise en charge, de bien-être et de stimulation au sens large, notre intérêt s'est rapidement focalisé sur l'intérêt des jeux digitaux comme support privilégié de l'entraînement cognitif, voire de la réhabilitation cognitive.

Les effets positifs des jeux vidéo sur la cognition commencent à bénéficier d'une littérature abondante et plusieurs équipes reconnues continuent d'accumuler les éléments qui vont dans ce sens. Pour cette raison, la stimulation cognitive par l'intermédiaire des jeux vidéo constitue le motif, et non le sujet, du travail qui va suivre. En effet, les travaux sur l'acceptation de ce média par les seniors sont plus rares et ne permettent pas à l'heure actuelle de garantir une implémentation réussie, malgré la promesse des bénéfices cognitifs.

Dans ce mémoire de thèse, nous proposons donc une réflexion empirique et théorique sur les facteurs d'acceptabilité des jeux vidéo. La perspective centrée sur l'utilisateur est adoptée par le laboratoire LUSAGE depuis sa création, et nous

apparaît comme un complément indispensable de l'évaluation de l'utilité et de l'efficacité d'un dispositif technologique ou d'un service.

Les études qui vont être présentées ont été réalisées au sein du *Living Lab' LUSAGE*, en lien avec l'Hôpital Broca (Assistance Publique - Hôpitaux de Paris) et l'Université Paris Descartes (EA-4468), en visant à maintenir les personnes âgées au cœur de notre réflexion. Ces travaux ont été possibles grâce à différents financements, en particulier le projet *LUSAGE* (France Alzheimer ; 2009-2012) et *Géronotechnologies et Vous* (Fondation de France ; 2011-2013).

Dans une première partie, nous avons commencé par définir les enjeux du jeu vidéo comme support de la stimulation en rappelant les principales notions du vieillissement cognitif normal et pathologique. Nous pouvions ensuite explorer le contexte théorique qui sous-tend l'évaluation des jeux vidéo du point de vue du joueur, avant d'aborder les problématiques spécifiques aux joueurs âgés, point de départ de notre travail expérimental.

La deuxième partie de ce rapport s'est focalisée sur les études expérimentales qui ont été menées dans le cadre de ce travail. Chaque étude y a été décrite dans sa globalité avec l'objectif de présenter le plus clairement possible les résultats obtenus

Ces résultats ont été discutés dans une troisième et dernière partie, et confrontés aux données de la littérature. Cette réflexion nous a permis de considérer les perspectives de recherches et d'applications futures.

SOMMAIRE

RESUME DE THESE :	3
THESIS SUMMARY:	5
REMERCIEMENTS	7
PREFACE	10
SOMMAIRE	12
1^{ERE} PARTIE : COMMENT EVALUER UN JEU VIDEO DU POINT DE VUE DU JOUEUR AGE?	17
I. Introduction : Intérêt des jeux vidéo dans le maintien de l'efficience cognitive	17
1. Vieillesse Normal et Pathologique	17
a. <i>Le vieillissement cognitif normal lié à l'âge</i>	17
b. <i>Le vieillissement pathologique.</i>	19
c. <i>Le continuum entre le normal et le pathologique</i>	20
2. Les axes de prévention du déclin cognitif lié à l'âge	22
a. <i>La notion de plasticité cérébrale</i>	22
b. <i>Activité Physique</i>	24
c. <i>Les capacités motivationnelles</i>	25
3. La prévention en pratique	26
a. <i>Définir la stimulation cognitive</i>	26
b. <i>Evaluer l'efficacité de la stimulation cognitive</i>	28
c. <i>L'intérêt des jeux vidéo</i>	29
II. Revue de la littérature: évaluer les jeux vidéo du point de vue du joueur	32
1. De l'effet de média à l'expérience du joueur	32
a. <i>Le jeu vidéo comme média, et l'étude de ses effets</i>	32
b. <i>Des effets de média aux facteurs humains</i>	34
c. <i>De l'utilisabilité à la jouabilité</i>	34
2. L'étude de la motivation	38
a. <i>L'Auto-détermination et l'Auto-Efficacité comme motif primaire de la motivation</i>	38
b. <i>L'engagement comme prise de décision de la motivation</i>	41
c. <i>Le flow comme résultat de la motivation</i>	43
3. Les outils méthodologiques	45
a. <i>Les questionnaires</i>	45
b. <i>L'observation comportementale</i>	46
c. <i>L'approche qualitative</i>	48

2^{EME} PARTIE : ETUDES QUALITATIVES ET QUANTITATIVES SUR LE TERRAIN	57
I. Hypothèses et opérationnalisation	57
1. Les questions posées	57
2. Choix méthodologiques	57
3. Résultats attendus (Hypothèses)	58
II. L'approche comportementale : profil cognitif et <i>learnability</i>	60
1. Opérationnalisation des Hypothèses	60
2. Protocole expérimental	60
a. <i>Constitution des échantillons</i>	60
c. <i>Procédure</i>	63
d. <i>Description de la batterie de tests neuropsychologiques :</i>	64
3. Recueil des données	68
a. <i>Evaluation des performances</i>	69
b. <i>Evaluation de l'utilisabilité</i>	69
c. <i>Evaluation quantitative de la médiation entre le joueur et l'expérimentateur</i>	70
4. Analyse des résultats	71
a. <i>Description des données sociodémographiques</i>	71
b. <i>Profils neuropsychologiques</i>	74
c. <i>Analyse des Performances Globales</i>	78
d. <i>Analyse de l'amélioration des performances</i>	81
e. <i>Analyse comportementale</i>	86
f. <i>Analyse des indicateurs de médiation</i>	93
g. <i>Analyse des corrélations entre les variables dépendantes</i>	96
5. Etude de cas des trois participants souffrant d'une MA	97
a. <i>Sujet n°3</i>	97
b. <i>Sujet n°9</i>	100
c. <i>Sujet 10</i>	102
6. Discussion préliminaire	104
III. L'approche qualitative : analyse de contenu thématique	109
1. Problématique	109
2. Le Projet "Gérontechnologie et Vous"	109
3. Méthodologie générale	110
4. Protocole Expérimental	111
a. <i>Participants</i>	111
b. <i>Procédure</i>	112
c. <i>Matériel :</i>	114
5. Analyse Globale des résultats : L'arbre thématique	116
6. Description des thématiques principales	125
a. <i>Jeux Vidéo et divertissements</i>	125
b. <i>Dimension Sociale</i>	127
c. <i>Gameplay et Immersion</i>	131
d. <i>Facteurs d'Acceptabilité</i>	134
e. <i>Accessibilité et Utilisabilité</i>	137
f. <i>Serious Game</i>	141
g. <i>Pratique des Jeux Vidéo</i>	143
7. Discussion préliminaire	146

3EME PARTIE : DISCUSSION DES RESULTATS OBTENUS ET PERSPECTIVES	152
I. Discussion sur les résultats obtenus	152
1. Synthèse des résultats expérimentaux	152
a. <i>L'étude de l'utilisabilité de la Wii</i>	152
b. <i>Les représentations des seniors sur les jeux vidéo</i>	155
c. <i>Redondance des résultats</i>	158
2. Confrontation aux données de la littérature	160
a. <i>Ralentissement de la vitesse de traitement de l'information et plasticité cognitive</i>	160
b. <i>Bénéfices et coûts potentiels des jeux vidéo perçus par les adultes âgés</i>	161
c. <i>Confrontation au modèle SWOT de Robert et coll. (2014)</i>	163
3. Limites des protocoles mis en place	168
a. <i>Echantillonnage et généralisation des résultats</i>	168
b. <i>Questionnaires et échelles</i>	168
c. <i>Remise en question méthodologique</i>	169
II. Ouverture : des seniors gamers ou des gamers seniors?	171
1. L'évolution des jeux vidéo	171
a. <i>La Wii est morte ; Vive les ardoises numériques</i>	171
b. <i>Que la force soit avec nous : l'avenir des BCI</i>	172
c. <i>Supprimer l'écran : les réalités virtuelle et augmentée dans nos lunettes</i>	172
2. L'évolution de la société	174
a. <i>Les gamers vieillissent...</i>	174
b. <i>... et les seniors rajeunissent</i>	175
c. <i>Quel âge la société a-t-elle ?</i>	176
CONCLUSION	177
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	179

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 : MODELE INTEGRATIF DE LA MOTIVATION (FENOUILLET, 2012)	38
FIGURE 2 : MODELE D'EQUATION STRUCTURELLE DE TREPTE ET REINECKE (2011)	41
FIGURE 3 : BENEFICES ET COUTS POTENTIELS DES JEUX VIDEO PERÇUS PAR DES ADULTES AGES (MCLAUGHLIN ET AL., 2012)	55
FIGURE 4 : EXTRAIT DU JEU DE BOWLING (WII SPORTS, NINTENDO).....	62
FIGURE 5 : EXTRAIT DU JEU DE TENNIS (WII SPORTS, NINTENDO)	63
FIGURE 6 : EXTRAIT DU LOGICIEL <i>THE OBSERVER</i> (NOLDUS)	68
FIGURE 7 : MOYENNES D'AGES PAR GROUPE	71
FIGURE 8 : EXPERIENCE ANTERIEURE MOYENNE (DE 1 A 4)	72
FIGURE 9 : NSC MOYEN (EN NOMBRE D'ANNEES D'ETUDES)	73
FIGURE 10 : SCORE MOYEN OBTENU AU MMSE (SUR 30)	74
FIGURE 11 : MOYENNE DES EMPANS VERBAUX DIRECT ET INDIRECT + DIFFERENCE MOYENNE	75
FIGURE 12 : MOYENNE DES EMPANS SPATIAUX.....	75
FIGURE 13 : MOYENNE DES TEMPS D'EXECUTION AU TMT	76
FIGURE 14 : EFFET DU GROUPE SUR LA MOYENNE DES ERREURS AU TMT	77
FIGURE 15 : SCORE MOYEN OBTENU A LA BREF (SUR 18)	77
FIGURE 16 : EFFET DU GROUPE SUR LE RECORD OBTENU AU BOWLING.....	79
FIGURE 17 : MOYENNE DES MATCHS ET DES JEUX GAGNES AU TENNIS.....	79
FIGURE 18 : EFFET DU GROUPE SUR L'EXPERIENCE FINALE AU BOWLING ET AU TENNIS	80
FIGURE 19 : INTERACTION DES EFFETS DE GROUPE ET D'APPRENTISSAGE SUR LE SCORE AU BOWLING.....	82
FIGURE 20 : INTERACTION DES EFFETS DE GROUPE ET D'APPRENTISSAGE SUR LE NOMBRE DE SPARES	83
FIGURE 21 : INTERACTION DES EFFETS DE GROUPE ET D'APPRENTISSAGE SUR LE NOMBRE DE STRIKES	83
FIGURE 22 : INTERACTION DES EFFETS DE GROUPE ET D'APPRENTISSAGE SUR LE NOMBRE DE JEUX GAGNES AU TENNIS	84
FIGURE 23 : INTERACTION DES EFFETS DE GROUPE ET D'APPRENTISSAGE SUR LE NOMBRE DE POINTS GAGNES AU TENNIS ..	85
FIGURE 24 : INTERACTION DES EFFETS DU GROUPE ET D'APPRENTISSAGE SUR LE TEMPS D'UNE PARTIE DE BOWLING	87
FIGURE 25 : INTERACTION DES EFFETS DE GROUPE ET D'APPRENTISSAGE SUR LE NOMBRE D'ERREURS LIEES A LA GACHETTE	88
FIGURE 26: INTERACTION DES EFFETS DE GROUPE ET D'APPRENTISSAGE SUR LE TEMPS D'UNE PARTIE DE TENNIS.....	88
FIGURE 27: INTERACTION DES EFFETS DE GROUPE ET D'APPRENTISSAGE SUR LE NOMBRE DE BALLE RENVOYEEES.....	89
FIGURE 28: INTERACTION DES EFFETS DE GROUPE ET D'APPRENTISSAGE SUR LE NOMBRE D'ERREUR DE RENVOI DE BALLE...	91
FIGURE 29: INTERACTION DES EFFETS DE GROUPE ET D'APPRENTISSAGE SUR LE NOMBRE DE FAUTES	91
FIGURE 30: INTERACTION DES EFFETS DE GROUPE ET D'APPRENTISSAGE SUR LE NOMBRE D'ERREURS DE MANIPULATION....	93
FIGURE 31: INTERACTION DES EFFETS DE GROUPE ET D'APPRENTISSAGE SUR LES INTERVENTIONS DE L'EXPERIMENTATEUR .	94
FIGURE 32: INTERACTION DES EFFETS DE GROUPE ET D'APPRENTISSAGE SUR LES DEMANDES D'AIDE.....	95
FIGURE 33 : EXTRAIT DU JEU KINECT JOY RIDE (XBOX 360, MICROSOFT)	112
FIGURE 34 : EXTRAIT DU JEU GLOW HOCKEY (IOS & ANDROID)	113
FIGURE 35 : EXTRAITS DU JEU 2 PLAYER REACTOR (ANDROID)	113
FIGURE 36 : EXTRAIT DU JEU DE TIR/WIIPLAY (WII, NINTENDO).....	114
FIGURE 37 : EXTRAIT DU JEU MARIOKART (NINTENDO).....	156

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 : THEMES GENERAUX, SOUS-THEMES ET ETIQUETTES DE L'ARBRE THEMATIQUE, ET DONNEES QUANTITATIVES ASSOCIEES	118
TABLEAU 2 : JEUX VIDEO ET DIVERTISSEMENTS.....	126
TABLEAU 3 : DIMENSION SOCIALE	128
TABLEAU 4 : <i>GAMEPLAY</i> ET IMMERSION	132
TABLEAU 5 : FACTEURS D'ACCEPTABILITE	135
TABLEAU 6 : ACCESSIBILITE ET UTILISABILITE	139
TABLEAU 7 : SERIOUS GAMES.....	142
TABLEAU 8 : PRATIQUE DES JEUX VIDEO.....	144

1^{ère} Partie : Comment évaluer un jeu vidéo du point de vue du joueur âgé?

I. Introduction : Intérêt des jeux vidéo dans le maintien de l'efficience cognitive

Avant de s'intéresser spécifiquement à l'étude des jeux vidéo, il semblait opportun de rappeler les grands principes du vieillissement cognitif, qu'il soit normal ou pathologique, afin de mieux comprendre l'intérêt récent que suscite l'utilisation des jeux vidéo comme support potentiel d'interventions préventives ou thérapeutiques.

1. Vieillesse Normal et Pathologique

a. *Le vieillissement cognitif normal lié à l'âge*

La majorité des personnes dites *âgées* que nous sommes amenées à croiser tendra à décrire au moins une difficulté associée à l'âge. Outre les restrictions physiques qui se manifestent progressivement, la sensation d'une diminution des ressources cognitives est également très fréquente : ce sera la mémoire, ou l'impression de mettre plus de temps à faire les choses, qui seront fréquemment mises en avant. Nous connaissons donc tous ce syndrome qui touche nos aînés.

Si cette impression, qui s'accroît avec l'âge, peut prêter à sourire lorsque les difficultés ne sont pas associées à une pathologie, elle témoigne également d'une réalité bien documentée sur la relation qui existe entre l'âge et la cognition. Cette relation est déjà bien identifiée dans les études transversales, et devient de mieux en mieux décrite au terme des études longitudinales (Craik & Salthouse, 2008 ; Hedden & Gabrieli, 2004 ; Salthouse, 2010). Même si les études longitudinales impliquant des adultes âgés de 60 ans et plus ne sont pas rares (voir

Hofer & Piccinin, 2007), seul un petit nombre d'études longitudinales s'est intéressé à la comparaison des performances cognitives sur la totalité de la vie adulte. Les études disponibles s'accordent à démontrer l'association entre l'avancée en âge et un déclin cognitif (p.ex. Giambra M., Arenberg, Zonderman, Kawas, & Costa Jr., 1995 ; Huppert & Whittington, 1993 ; Schaie, 2005 ; Zelinski & Burnight, 1997).

En moyenne, dès qu'un individu atteint l'âge de 50 ans environ, un déclin significatif des performances associées à la vitesse de traitement de l'information peut être observé (voir Horn, 1994 ; Salthouse, 1996). Ce ralentissement de la vitesse de traitement de l'information est considéré par Salthouse comme le facteur global qui explique les différents changements cognitifs liés à l'âge (Craik & Salthouse, 2008; Salthouse, 2010; Salthouse, 1996). Malgré tout, l'avancée en âge est associée à une diminution plus modeste des capacités verbales et des connaissances acquises, ou du moins cette diminution apparaît plus tard (pour une revue, voir Ackerman, 2008). En synthétisant ces résultats, nous pouvons donc dégager deux grandes tendances liées au vieillissement cognitif :

- Une augmentation significative des performances liées à l'intelligence cristallisée (les connaissances acquises) jusqu'à l'âge de 60 ans environ, suivi par une diminution de ces performances.
- Un déclin quasi-linéaire dès le début de l'âge adulte des performances liées à l'intelligence fluide, soit les performances relatives à l'efficacité ou l'efficience des processus de traitement au moment de l'évaluation.

Si ce déclin cognitif normal lié à l'âge peut affecter plus ou moins la vie quotidienne des personnes âgées, les différences observées, bien que statistiquement significatives, s'avèrent le plus souvent minimales d'un point de vue clinique ; le vieillissement cognitif pathologique peut en revanche bouleverser la vie quotidienne du malade et de ses proches.

b. Le vieillissement pathologique.

Puisque le déclin cognitif normal lié à l'âge est bien identifié depuis de nombreuses années, il est aisé d'en tenir compte lorsqu'il s'agit d'évaluer le fonctionnement neuropsychologique d'une personne âgée. Et lorsque ce fonctionnement ne correspond pas à la norme attendue pour une personne d'âge équivalent, il faut admettre la forte probabilité d'un trouble d'origine organique.

Il est aujourd'hui bien admis que si les signes bio-neurologiques de la démence semblent apparaître très précocement dans la vie du patient, les premiers symptômes cliniques apparaissent avec les problèmes de mémoire : les patients souffrant de la maladie d'Alzheimer (MA) apprennent très lentement et oublient rapidement le matériel récemment appris (López, 2001 ; Martinez-Lage, 2002 ; Petersen, 2004). Christensen et ses collaborateurs ont parfaitement illustré cette notion en réalisant une méta-analyse de 77 études afin d'identifier les meilleurs critères pour distinguer le vieillissement pathologique du déclin cognitif normal (Christensen, Hadzi-Pavlovic, & Jacomb, 1991). Leurs résultats montraient que les échelles de mémoire sont les meilleurs instruments diagnostiques par rapport à n'importe quel autre examen mental. De manière complémentaire, Welsh et son équipe ont mis en évidence que les mesures de rappel verbal différé, de fluences verbales et de contrôle exécutif sont les meilleurs prédicteurs de la maladie d'Alzheimer (Welsh, Butters, Hughes, Mohs, & Heyman, 1992).

Les démences, comme la MA, constituent donc une entité bien établie au travers d'un ensemble de critères diagnostiques qui permettent de les distinguer de la normalité. Les critères les plus connus et les plus utilisés sont ceux décrits par le DSM-V (APA, 2013) et la révision récente de la NINDS-ADRAD (McKhann et al., 2011 ; McKhann et al., 1984).

Afin d'introduire les problématiques qui vont suivre, nous avons gardé l'exemple de la MA pour décrire le processus neuro-dégénératif en général. Il faut garder à l'esprit que cette description est susceptible de varier en fonction de l'affection neuro-dégénérative considérée. Les personnes souffrant d'une MA vont donc subir une détérioration progressive de leur efficacité cognitive, s'étalant sur

plusieurs années. Il existe un consensus pour décrire trois stades d'évolution de la maladie:

- Une phase préclinique, révélée uniquement par la présence de bio-marqueurs,
- Une phase de pré-démence, qui se caractérise par un déficit mnésique ou dans un autre domaine cognitif et qui n'affecte pas l'autonomie fonctionnelle et sociale du patient,
- Une phase de démence, où les troubles cognitifs affectent significativement l'autonomie du patient dans la vie quotidienne (Dubois et al., 2010). A ce stade, les symptômes psychologiques et comportementaux s'ajoutent fréquemment à l'altération du fonctionnement cognitif (Aalten et al., 2003).

Dans ce contexte, il devient évident qu'établir un diagnostic de démence n'est pas si aisé, malgré l'utilisation des critères définis précédemment. En effet, ces outils diagnostiques ont été développés pour identifier la phase de démence, mais la maladie peut mettre plusieurs années avant de se déclarer d'un point de vue clinique. Les progrès récents sur l'identification des bio-marqueurs a permis d'une part de mieux apprécier la présence probable d'une démence (McKhann et al., 2011) ; la constitution progressive d'une entité intermédiaire s'est avérée nécessaire d'autre part.

c. Le continuum entre le normal et le pathologique

La frontière entre l'existence ou l'absence de démence n'est donc pas si clairement définie, et une entité relativement récente a été décrite : le *Mild Cognitive Impairment* (MCI). Les critères généraux pour le diagnostic de MCI sont les suivants (Petersen et al., 1999) :

- Plainte mnésique subjective
- Déficit mnésique objectif
- Préservation des autres domaines cognitifs
- Absence de retentissement sur la vie quotidienne
- Absence de facteurs neurologiques ou psychiatriques expliquant le déficit mnésique
- Ne remplit pas complètement les critères diagnostiques de démence

Le MCI a été interprété comme une phase préclinique de la démence ; en d'autres termes, les sujets présentant un déficit mnésique subjectif et objectif sont considérés comme présentant un risque important pour une démence. Dans la population parente, 22% des personnes diagnostiquées MCI développent une MA sur une période de huit ans (Chertkow, Verret, Bergman, Wolfson, & Mckelvey, 2001), et cette proportion atteint les 45 % chez les patients hospitalisés dans les trois ans suivant le diagnostic initial (Ritchie, Leibovici, Ledésert, & Touchon, 1996).

Mais ces résultats mettent également en évidence que tous les sujets diagnostiqués MCI ne convertissent pas vers une démence. Dans une étude canadienne sur la santé et le vieillissement (Ebly, Hogan, & Parhad, 1995), les auteurs estiment que la prévalence de déficit cognitif sans démence associée est de 16,8 %. Ces auteurs considèrent donc le MCI comme une entité hétérogène, pouvant être interprétée comme un déclin cognitif fort lié à l'âge, ou comme une phase initiale de démence (Dubois, 2000 ; Martinez-Lage, 2002). Les critères diagnostiques ont par ailleurs été révisés, afin de distinguer les deux sous-groupes, en se basant notamment sur l'existence d'un syndrome amnésique et sur le repérage des marqueurs biogénétiques (Albert et al., 2011).

Compte tenu de cette vue d'ensemble, la différence entre le vieillissement normal et pathologique ne serait pas une frontière franche, mais plutôt une zone floue et relativement large, où l'autonomie dans la vie quotidienne et la qualité de vie de la personne deviennent des indicateurs diagnostiques pertinents. Il s'agit à présent de savoir quelles actions peuvent être menées pour prévenir ou réhabiliter cette altération du fonctionnement cognitif à ses divers degrés.

2. Les axes de prévention du déclin cognitif lié à l'âge

a. *La notion de plasticité cérébrale*

Une idée très répandue dans la population générale affirme qu'à partir d'un certain âge, les neurones que nous perdons ne seront pas remplacés. En réalité, le cerveau est plus dynamique que nous le pensons, et surtout, le reste plus longtemps.

La plasticité cérébrale renvoie à la capacité du cerveau à modifier des représentations corticales en fonction de l'expérience (Baltes & Singer, 2001; Kempermann, Gast, & Gage, 2002 ; McKhann, 2002). En conséquence, la plasticité cognitive peut être définie comme la capacité à apprendre en s'appuyant sur l'expérience (Baltes, Kühl, Gutzmann, & Sowarka, 1995 ; Baltes, Kühl, & Sowarka, 1992). Il s'agit d'un concept qui a été opérationnalisé par de nombreuses stratégies expérimentales, sous différents termes, tels que *potentiel d'apprentissage* (p.ex. Fernández-Ballesteros & Calero, 1995) ou *potentiel de réhabilitation* (p.ex. Wiedl, Schöttke, & Calero Garcia, 2001), et qui a été évalué de manière dynamique (Lidz, 1987) ou en *testant les limites* (p.ex. Baltes et al., 1992). Puis, le potentiel d'apprentissage, ou plasticité cognitive, a été défini comme l'étendue de l'amélioration possible pour un sujet donné dans l'exécution d'une tâche donnée, après entraînement.

Par la suite, plusieurs travaux se sont intéressés à l'effet de l'âge sur ce potentiel d'apprentissage, en particulier grâce à l'étude des modèles animaux : Jessberger et Gage (2008) ont notamment démontré des effets importants de l'expérience sur différents aspects du fonctionnement cérébral (avec une attention particulière pour l'hippocampe) chez des animaux âgés. Chez les humains, plusieurs études ont démontré des bénéfices cognitifs importants à l'issue d'un entraînement spécifique de la mémoire de travail chez des personnes âgées, mais ont aussi constaté un transfert et une rétention de ces bénéfices restreints, voir absents (Buschkuhl & Jaeggi, 2008 ; Dahlin, Nyberg, Bäckman, & Neely, 2008 ; Li, Schmiedek, & Huxhold, 2008). Ces résultats diffèrent de ceux observés chez les enfants (Klingberg, Fernell, & Olesen, 2005) et les jeunes adultes (Jaeggi, Buschkuhl, Jonides, & Perrig, 2008), et amènent Mayr (2008) à s'interroger sur

l'origine de ces différences, qu'elles soient liées à une diminution de la plasticité avec l'âge, ou simplement à des limites de l'entraînement proposé.

D'un point de vue clinique, l'équipe de Baltes (Baltes et al., 1995, 1992) a très tôt suggéré que la plasticité pouvait être un indicateur précoce ou un prédicteur de la démence. Leurs données supportent l'hypothèse que les personnes évaluées comme étant à risque pour une démence présentaient un bénéfice de l'entraînement moindre, et par conséquent moins de plasticité cérébrale que les personnes saines. Un résumé de ces résultats confirme les points suivants :

- Dans les tâches d'apprentissage, les sujets diagnostiqués comme déments sont incapables de bénéficier de la répétition des essais et *l'entraînement différentiel* (différences interindividuelles dans l'efficacité de l'entraînement) prédit l'efficacité cognitive globale sur un suivi de deux ans.
- L'utilité de la *plasticité différentielle* (différences interindividuelles en termes de plasticité cérébrale) dans le diagnostic précoce de la MA est examinée, en comparant la validité prédictive des mesures (dynamiques) de la plasticité cognitive avec des mesures (statiques) standards d'évaluation cognitive.
- Finalement, les mesures de plasticité cognitive, en comparaison avec l'empan de chiffres direct et indirect, la reconnaissance, et le rappel libre, ajoutent une part de variance expliquée dans la prédiction de l'efficacité cognitive globale.

La plasticité cérébrale apparaît donc comme un processus cognitif à part entière ; s'il peut être affecté par le vieillissement de manière similaire à d'autres fonctions cognitives dites *fluides*, il semble être également le meilleur argument pour l'entraînement cognitif en tant qu'outil de prévention.

b. Activité Physique

Certains éléments suggèrent également que l'activité physique pourrait être un important facteur protecteur du fonctionnement cognitif durant le vieillissement (S. J. Colcombe, Kramer, McAuley, Erickson, & Scalf, 2004). Les mécanismes exacts de cet effet protecteur restent encore mal connus (Angevaren, Aufdemkampe, Verhaar, Aleman, & Vanhees, 2008), mais il existe un certain nombre de concepts théoriques sur la manière dont l'activité physique peut agir sur la cognition. Des études s'appuyant sur les modèles animaux pour explorer les mécanismes physiologiques de l'activité ont montré que l'augmentation de l'activité physique était associée avec une augmentation du développement et de la survie cellulaire, ainsi que de la neurogenèse dans les hippocampes (structures cérébrales impliquées dans la mémorisation) ; d'autres auteurs ont également mis en évidence une amélioration de l'apprentissage spatial dépendant des hippocampes et d'une meilleure potentialisation à long terme (McAuley, Kramer, & Colcombe, 2004).

En lien avec ces résultats, des études examinant l'effet physiologique de l'activité physique chez les humains ont mis en évidence une diminution de la perte de matière grise dans les lobes frontaux, temporaux et pariétaux, ainsi qu'une diminution de la perte de tissus dans la matière blanche des voies antérieures et postérieures chez les sujets âgés pratiquant plus d'activité physique (S. Colcombe & Kramer, 2003). Les fonctions exécutives, qui montrent un déclin plus marqué avec l'âge, se sont révélées particulièrement sensibles à la pratique d'une activité physique (Kramer, Hahn, Cohen, & Al., 1999). De plus, l'activité physique peut améliorer la forme cardio-vasculaire et aider à réduire les changements cardio-vasculaires cérébraux liés à l'âge (Angevaren et al., 2008 ; Lee, Folsom, & Blair, 2003). Enfin, un style de vie actif physiquement pourrait être mis en relation avec un style de vie globalement sain, qui adopterait par exemple le régime méditerranéen (Trichopoulou, Costacou, Bamia, & Trichopoulos, 2003).

c. Les capacités motivationnelles

Le concept de plasticité cérébrale s'avère donc prometteur, d'autant plus s'il est associé à la pratique régulière d'activités physiques. De manière plus confidentielle, d'autres pistes sont également explorées dans la lutte contre le vieillissement cognitif, comme par exemple les travaux sur les *capacités motivationnelles* menés par Forstmeier et ses collaborateurs (2012).

Dans cette étude, les auteurs se sont donc intéressés aux capacités motivationnelles, que nous pouvons définir comme les habiletés à initier et à maintenir la poursuite d'objectifs. Le lien entre les capacités motivationnelles et la santé mentale et physique était déjà connu, mais leur association avec le risque de MCI et de MA n'avait pas encore été directement étudiée. Cette relation a été explorée à partir des données obtenues dans la *German Study on Ageing, Cognition, and Dementia in Primary Care Patients (AgeCoDe)*. Un total de 3 327 participants non déments (50,3 % d'un échantillon constitué aléatoirement), âgés de 75 à 89 ans, a été recruté dans un centre de soins, et a été suivi sur deux autres consultations, à 1,5 et 3 années d'intervalle.

Les auteurs ont utilisé une régression de Cox (modèle à risque proportionnel, appartenant aux modèles de survie) ajustée sur différentes co-variables pour évaluer le risque de développer un MCI et une MA en lien avec les capacités motivationnelles. Sur les trois ans de suivi, 15,2% des participants ont développé un MCI et 3% une MA. Avec un modèle totalement ajusté, les capacités motivationnelles sont associées à une réduction du risque de MCI (HR: 0.77 ; IC 95% : 0.64-0.92). Ces résultats suggèrent que les capacités motivationnelles sont associées à un risque réduit de MCI (Forstmeier et al., 2012).

Découvrir les mécanismes sous-jacents à cette relation pourrait permettre de mettre en place de nouvelles stratégies pour prévenir ou ralentir le déclin cognitif lié à l'âge. Mais nous pouvons déjà supposer que l'engagement dans une activité, notion sur laquelle nous reviendrons plus loin, peut influencer plus fortement que nous le supposons les éventuels bénéfices de l'activité elle-même. Il s'agit à présent de comprendre les différentes notions présentées peuvent être appliquées dans les programmes de stimulation cognitive.

3. La prévention en pratique

a. *Définir la stimulation cognitive*

Depuis de nombreuses années, des interventions de stimulation cognitive sont entreprises auprès des personnes souffrant de troubles de la mémoire liés au vieillissement normal ou pathologique (Rotrou, Cantegreil-Kallen, Gosselin, Wenisch, & Rigaud, 2002 ; Vidal, Lavieille-Letan, Fleury, & Rotrou, 1998). Ces interventions ont été développées pour compléter la prise en charge des troubles de la personne âgée, initialement restreinte aux traitements médicamenteux et à l'accompagnement social.

En 2004, Clare et Woods proposent de revenir sur la distinction entre les notions de stimulation, d'entraînement et de réhabilitation. Ainsi, la stimulation cognitive est définie comme la mise en place d'activités et discussions de groupe en visant une amélioration générale du fonctionnement cognitif et social. Cette approche part du principe que les capacités cognitives ne sont jamais sollicitées de manière isolée. Initialement développée pour la prise en charge des patients atteints d'une démence à un stade modéré (Spector, Thorgrimsen, & Woods, 2003), ce type d'intervention a également montré des effets positifs dans le cadre de démences moins avancées (Breuil et al., 1994).

L'entraînement cognitif s'appuie en revanche sur la pratique répétée d'une batterie de tâches conçues pour solliciter des mécanismes cognitifs spécifiques tels que la mémoire, l'attention ou le fonctionnement exécutif. Le cadre théorique sous-jacent postule qu'une pratique régulière peut améliorer, ou du moins maintenir le fonctionnement d'un domaine cognitif particulier. A la différence de la stimulation cognitive, cette approche permet également une approche individuelle (Davis, Massman, & Doody, 2001 ; Farina et al., 2002 ; Koltai, Welsh-Bohmer, & Schmechel, 2001 ; De Vreese, Verlato, & Emiliani, 1998), et peut impliquer les aidants naturels, avec le soutien des thérapeutes (Quayhagen et coll., 1995 ; 2000). Ces interventions utilisent traditionnellement un support de type papier-crayon (Davis et al., 2001; Quayhagen et al., 1995 ; 2000 ; De Vreese et al., 1998), mais s'appuient de plus en plus sur des tâches informatisées (Heiss, Kessler, Mielke, Szeliés, & Herholz, 1994 ; Hofmann, Hock, Kühler, & Müller-Spahn, 1996 ;

Schreiber, 1999) ou des tâches qui simulent les activités de la vie quotidienne (Farina et al., 2002 ; Zanetti et al., 1994 ; 1997; 2001). D'un point de vue méthodologique, l'entraînement cognitif sert également de paradigme expérimental dans les études sur la plasticité cérébrale : l'intérêt réside ici dans le fait que les résultats obtenus dans un cadre expérimental sont plus rapidement applicables dans un contexte clinique.

La réhabilitation cognitive a pour objectif d'atteindre ou de maintenir un *niveau optimal de fonctionnement physique, psychologique et social* dans le cadre de déficits spécifiques suite à un traumatisme ou une pathologie (McLellan, 1991). Dans le cas d'une MA, qui se caractérise par une progression des déficits dans le temps, les objectifs de la réhabilitation doivent nécessairement évoluer dans le temps en s'adaptant à la progression de la maladie (Clare, 2003). La réhabilitation cognitive consiste en une approche individuelle, qui se focalise plus sur l'amélioration du fonctionnement dans la vie quotidienne que l'amélioration des tâches cognitives elles-mêmes (Wilson, 1997, 2002).

Les types d'interventions cognitives vont donc différer en fonction de la population considérée et des objectifs à atteindre. Dans les plaintes mnésiques du vieillissement normal, la stimulation cognitive peut également devenir un outil pertinent pour augmenter les capacités de réserve grâce à l'acquisition ou au renforcement de stratégies spécifiques correspondant à des objectifs cognitifs spécifiques. D'un point de vue psychologique et social, elle permet aussi à la personne âgée de reprendre confiance en elle et de rompre un éventuel isolement social. Cette approche a notamment été développée pour les patients souffrant de MCI (p. ex. Wenisch et al., 2007). Elle peut également être adaptée aux patients déprimés en complément du traitement médicamenteux de la dépression.

Enfin, les spécialistes de la stimulation cognitive tendent de plus en plus fréquemment à associer des interventions complémentaires comme la stimulation transcrânienne à courant direct (Andrews, Hoy, Enticott, Daskalakis, & Fitzgerald, 2011), ou à s'appuyer sur les propriétés de médias spécifiques comme les jouets (Murray, Dickerson, Lichtenberger, & Cox, 2003) ou la réalité virtuelle (Klinger, Martinet, Lucas, & Perret, 2012).

b. Evaluer l'efficacité de la stimulation cognitive

L'un des principaux indicateurs pour évaluer les résultats de la stimulation cognitive est le transfert à d'autres tâches, qui n'étaient pas spécifiquement visées dans l'entraînement. En effet, une amélioration des seuls exercices concernés par l'entraînement restreint la possibilité de constater un bénéfice dans la vie quotidienne. Cette notion de transfert cognitif apparaît dans de nombreuses études et peut s'évaluer en termes d'étendue (nombres de tâches non entraînées pour lesquelles un effet est observé) et de distance (différence entre la nature des tâches entraînées et celle des tâches concernées par le transfert).

A ce jour, les résultats les plus solides en faveur d'un transfert chez des sujets adultes ont été observés dans des interventions concernant des processus de bas niveau (Noice & Noice, 2009), les interventions à long-terme (Schooler, 2007), ou à plus petite échelle pour un entraînement et un transfert de tâches, stratégies et processus spécifiques, comme les capacités visuelles ou la vitesse de traitement (Acthman, Green, Bavelier, 2008 ; Dye, Green, & Bavelier, 2009). Certains auteurs (Green & Bavelier, 2003 ; Mayr, 2008) ont néanmoins souligné que les preuves empiriques en faveur d'un transfert important des interventions d'entraînement cognitives spécifiques vers les tests de compétences cognitives larges étaient relativement pauvres. Parmi les études qui prétendent avoir montré un transfert positif chez des adultes âgés, la plupart est limitée par :

- L'absence de groupe contrôle,
- L'impossibilité de considérer les effets de l'entraînement seul sur les tâches transferts,
- L'absence des effets d'apprentissage attendus des groupes contrôles dans les tests standardisés,
- Ou la trop grande proximité des tests standardisés qui permettent un apprentissage spécifique à l'item.

En ce qui concerne les bénéfices de l'entraînement cognitif chez les adultes, Salthouse (2006 ; 2007) conclut à l'issue d'une revue de la littérature existante que si des effets directs de l'entraînement peuvent être observés, l'existence d'un transfert au-delà des tests ou des tâches spécifiques est incertain au mieux. À l'inverse, Schooler (2007) souligne que certaines études ont montré un transfert plus large que les tâches auxquelles les sujets s'étaient entraînés ou avaient pratiquées (Dunlosky, Kubat-Silman, & Hertzog, 2003 ; Edwards et al., 2005 ; Edwards, Wadley, & Myers, 2002 ; Saczynski, Margrett, & Willis, 2004).

Le transfert de l'entraînement cognitif vers d'autres tâches est donc l'un des principaux enjeux de la stimulation cognitive. L'examen de la littérature disponible sur le transfert de l'entraînement cognitif vers d'autres tâches nous a également montré que les jeux vidéo constituent un outil privilégié pour favoriser ce transfert (Acthman, Green, & Bavelier, 2008 ; Dye et al., 2009 ; Green & Bavelier, 2003).

c. L'intérêt des jeux vidéo

Plusieurs études récentes ont en effet mis en évidence des effets de transfert chez des adultes au terme d'un entraînement sur des jeux vidéo. Les résultats les plus prometteurs ont été observés dans l'amélioration des compétences visuelles (Acthman, Green, & Bavelier, 2008 ; Green, Li, & Bavelier, 2010) et de la vitesse de traitement (Dye et al., 2009). Les résultats de ces études supportent l'hypothèse que jouer à des jeux vidéo pourrait amener à un transfert positif vers les capacités attentionnelles visuo-spatiales (Green & Bavelier, 2003, 2006), même après une quantité d'entraînement relativement modeste (de 10 à 30 heures). Même si ces études ne se sont intéressées qu'aux compétences visuelles, ce champ de recherche illustre le potentiel des jeux vidéo à améliorer des compétences existantes.

Certains auteurs ont exploré ce potentiel dans un domaine plus ambitieux, en s'intéressant au fonctionnement exécutif. Basak, Boot, Voss, et Kramer (2008) se sont intéressés aux effets d'entraînement et de transfert d'un jeu de stratégie en temps réel sur un échantillon d'adultes âgés de 70 ans en moyenne. Un groupe expérimental de 19 participants a complété 23,5 heures d'entraînement sur le jeu

Rise of Nations : Gold Edition (Microsoft Corp., Redmond, WA), et leur résultats ont été comparés à ceux obtenus par un groupe contrôle de 20 participants. Ils ont observé que le groupe expérimental s'améliorait dans plusieurs tâches de traitement de l'information et sur un échantillon d'items issus des Matrices de Raven (proportion d'items correctement complétés par rapport au nombre d'items tentés). Au contraire, le groupe contrôle n'a globalement pas montré d'amélioration sur les différentes tâches utilisées. Une interaction significative entre le groupe et le temps montre également un transfert positif de l'entraînement.

Les études portant sur l'entraînement cognitif, et parfois physique, se sont donc multipliées ces dernières années, et il est devenu urgent de synthétiser les résultats obtenus. Une étude a proposé récemment une telle synthèse et en a dégagé plusieurs points-clés (Maillot, Perrot, & Hartley, 2012) :

- Les jeux vidéo apparaissent comme un des facteurs de style de vie qui peut moduler le vieillissement des fonctions cérébrales.
- Les jeux vidéo sédentaires classiques semblent engendrer davantage de bénéfices cognitifs que les jeux vidéo sédentaires d'entraînement cérébral.
- Les *exergames* (jeux associant une activité physique à la stimulation cognitive) apparaissent comme une potentielle alternative à la pratique physique traditionnelle, en se basant sur les premiers bénéfices cognitifs et physiques observés.
- Les propriétés intrinsèques des jeux vidéo semblent garantir une importante accessibilité et une large attractivité pour un public senior novice.

Nous pouvons donc conclure cette introduction sur cette idée : les jeux vidéo constituent un support pertinent pour la stimulation cognitive dans la mesure où ils favoriseraient un transfert de l'entraînement potentiellement plus important que les programmes traditionnels. Mais cet intérêt se base en partie sur la nature ludique du jeu vidéo, qui favoriserait son acceptabilité et l'observance d'un programme s'appuyant sur ce média : les personnes âgées partagent-elles ce point

de vue ? Cette question nous amène à considérer l'évaluation du jeu vidéo non plus en termes de bénéfices cognitifs, mais du point de vue de l'expérience du joueur.

II. Revue de la littérature: évaluer les jeux vidéo du point de vue du joueur

Malgré une histoire relativement jeune, le jeu vidéo apparaît aujourd'hui comme un média complexe, dont les facteurs communs semblent de plus en plus rares par rapport à l'incroyable diversité des facteurs spécifiques. De ce fait, il reste difficile de proposer une définition simple et consensuelle du jeu vidéo ; nous avons choisi délibérément de ne pas nous appuyer sur une définition conventionnelle afin de mieux explorer les représentations que nous pouvons y associer.

Nous retiendrons à ce stade qu'un jeu vidéo est un jeu original proposé sous une forme informatisée, incluant un écran et un dispositif de contrôle. Un premier moyen d'approfondir cette définition minimaliste est d'appréhender l'évolution de la littérature psychologique traitant des jeux vidéo.

1. De l'effet de média à l'expérience du joueur

a. *Le jeu vidéo comme média, et l'étude de ses effets*

Après plusieurs années confinées dans le registre de l'informatique, l'étude des jeux vidéo a débuté dans d'autres disciplines, et en particulier la psychologie, lorsqu'il a acquis le statut de média, et est devenu dès lors un objet d'étude similaire aux autres médias connus. Ce domaine de recherche s'est donc initialement focalisé sur les effets potentiels du média sur ses usagers. Les effets des médias (*media effects*) sont définis comme tels : *les caractéristiques et/ou changements intervenant dans un premier temps au niveau des individus, puis deuxièmement au niveau des groupes et organisations sociales et enfin au niveau des sociétés entières jusqu'au système mondial qui peut être remonté entièrement ou en partie jusqu'aux contenus, formes et organisations des médias de masses* (Kunczik, 1993).

Cette démarche d'investigation peut être illustrée par le débat vigoureux qui opposa, et continue d'opposer, de nombreux chercheurs concernant la relation qui

unit la pratique des jeux vidéo violents d'une part, et l'agressivité et la violence consécutives à cette pratique d'autre part (p.ex. (Anderson & Bushman, 2001 ; Anderson et al., 2008 ; Bushman & Anderson, 2002 ; Bushman & Gibson, 2010 ; Gentile, Coyne, & Walsh, 2011). En opposition, d'autres études suggèrent que ce lien n'existe pas ou que la relation est très faible ou imprévisible (e.g. Ferguson, Colwell, Mlačić, Milas, & Mikloušić, 2011 ; Ferguson, 2007, 2009 ; Gunter & Daly, 2012 ; Sherry, 2001 ; von Salisch, Vogelgesang, Kristen, & Oppl, 2011). Cette question a eu des répercussions sociétales importantes, puisqu'elle a même été débattue à la Cour Suprême des Etats-Unis, où *Brown vs EMA* (2011) décidèrent que les jeux vidéo étaient protégés par le 1^{er} amendement et que leur vente à des mineurs ne pouvait être interdite malgré l'existence d'un contenu violent (Ferguson, 2013).

En parallèle de ce débat théorique et sociétal, un champ de recherche similaire s'est développé sur les bénéfices cognitifs liés à la pratique des jeux vidéo. L'approche est similaire dans la mesure où elle se base sur l'étude des effets du média sur le joueur, mais elle diffère dans ces enjeux par rapport aux effets de média tels que définis précédemment : la généralisation ne se fait plus au niveau de la société, mais en termes de plasticité cérébrale et de spécialisation cognitive. Les méthodologies employées sont donc celles de la psychologie cognitive expérimentale. Dans la mesure où ces travaux ont déjà été décrits dans l'introduction sur le vieillissement cognitif, nous nous sommes contentés de rappeler brièvement les principaux résultats qui portaient sur les stratégies attentionnelles et sur l'utilisation de réseaux attentionnels (Green & Bavelier, 2003; Greenfield, 1994), mais aussi sur leurs capacités à gérer les conflits (Dye et al., 2009), ou sur leur bien-être (Goldstein et al., 1997).

b. Des effets de média aux facteurs humains

Selon Przybylski, Rigby, & Ryan (2010), les recherches centrées sur les effets de media ont conduit les auteurs à se focaliser sur un certain type de jeux, des jeux proposant un contenu violent. La grande richesse de contenu proposée par l'univers des jeux vidéo était donc grandement diminuée, par l'approche même des recherches portant dessus.

La seconde critique de cette approche réside dans le choix de l'objet d'étude : l'intérêt était porté sur les jeux au lieu des joueurs (K. Lee & Peng, 2006; Weber, Ritterfeld, & Kostygina, 2006). Jenkins (2006) définit le modèle des effets de média comme un modèle du type stimulus-réponse qui néglige le rôle du joueur (p.22) et suggère de les remplacer par des modèles basés sur la compréhension des significations *qui émergent à travers un processus actif d'interprétation _ elles reflètent notre engagement conscient, elles peuvent être articulées en mots et peuvent être examinées de manière critique* (traduction libre de l'auteur, p.20).

Depuis quelques années, des chercheurs de domaines divers (anthropologie, éducation, linguistique, science de l'information, etc.) ont publié de nombreuses études examinant l'expérience des joueurs dans les jeux vidéo, selon des perspectives très variées (Gee, 2005; Steinkuehler, 2006; Van Eck, 2006). Pourtant, peu de ces travaux ont eu un impact dans la recherche en psychologie sur les jeux vidéo. Progressivement, des modèles alternatifs émergent, accentuant la centralité du joueur dans la compréhension de la pratique du jeu vidéo (SM Murphy, 2007; Przybylski, Rigby, & Ryan, 2010b). L'étude des facteurs humains, dans le domaine des Interactions Homme-Machine (IHM) a fourni un premier cadre expérimental pour apprécier l'interaction entre un joueur et le jeu vidéo.

c. De l'utilisabilité à la jouabilité

L'étude des facteurs humains dans le domaine des IHM a amené les concepteurs à se mettre à la place des utilisateurs. Pour cela, Nielsen (1994) a proposé une méthode d'évaluation *heuristique*, où l'heuristique peut être comprise comme un principe général, ou une règle de bon sens, qui permet de

choisir entre plusieurs options de conception. L'équipe de Wharton (1994) propose une approche similaire basée sur une *ballade cognitive*, qui consiste à imaginer toutes les questions que se posera l'utilisateur à chaque étape de réalisation d'une tâche. Ces deux méthodes d'évaluation des IHM ne permettent d'évaluer que les critères conformes aux concepts d'IHM standards (efficacité, utilisabilité, apprenabilité, etc.). Laitinen (2005) a proposé une technique d'évaluation des jeux vidéo centrée sur la conception des interfaces de jeux vidéo, mais cette conception reste unidimensionnelle. Kavakli et Thorne (2002) ont utilisé des tests utilisateurs afin d'identifier les effets des dispositifs de contrôle sur la jouabilité (*gameplay*). Malgré le caractère direct de l'évaluation, elle requiert néanmoins une certaine compréhension de la jouabilité.

En fait, la littérature qui s'est intéressée à l'application des concepts propres aux IHM traditionnelles sur les jeux vidéo a fait émerger les différences entre les logiciels de productivité et les jeux vidéo. Pagulayan, Keeker, & Wixon (2003) propose une synthèse de ces différences:

- Les jeux s'intéressent plus au processus d'utilisation (*gameplay*) qu'au résultat de ce processus.
- Les objectifs du jeu sont définis à l'intérieur du jeu lui-même tandis que les objectifs du logiciel productif sont définis par une tâche extérieure au logiciel.
- Les jeux encouragent la variété des expériences alors que les logiciels productifs recherchent la consistance à chaque utilisation.
- Les jeux imposent des contraintes à l'utilisateur alors que les logiciels productifs cherchent à supprimer les contraintes.
- Les aspects graphiques et sonores des jeux cherchent à renforcer l'ambiance et l'environnement plutôt que la fonctionnalité.
- Le degré d'innovation des jeux tend à dépasser celui des logiciels productifs, à la fois dans le contenu et le contrôle du système.

Compte-tenu de ces différences, plusieurs recherches se sont attachées à développer des perspectives d'études spécifiques au jeu. Malone (1980 ; 1982) a particulièrement contribué à cet objectif en proposant des heuristiques pour guider la conception et l'évaluation des jeux vidéo. Depuis peu, les heuristiques s'appuient plus facilement sur l'expérience des concepteurs (Federoff, 2002; Rouse, 2010), ou simplement sur la littérature existante (Desurvire, Caplan, & Toth, 2004). En s'appuyant sur cette nouvelle approche, le *Microsoft Playtest Group* a développé une approche plus sophistiquée de l'évaluation du jeu vidéo, impliquant les critères suivants : fun, facilité d'utilisation, challenge et rythme. Leur méthode inclut à la fois des tests utilisateurs standardisés et un groupe spécifique d'évaluation itérative rapide (Medlock & Wixon, 2002; Pagulayan & Keeker, 2003).

De même, Fabricatore, Nussbaum et Rosas (2002) ont identifié plusieurs éléments interconnectés à partir d'heuristiques de développement. Leur méthode qualitative s'appuie sur la pratique et la discussion de nombreux joueurs sur des jeux vidéo d'action. Néanmoins, les jeux concernés sont traités de manière individuelle, et l'interface n'est considérée que comme une source d'information. (Jorgensen, 2004) appelle donc à une meilleure compréhension des liens qui relient l'utilisabilité des IHM d'une part, et celle des jeux vidéo d'autre part. L'idée est autant d'améliorer l'évaluation des jeux vidéo, que d'utiliser les spécificités du jeu vidéo dans l'évaluation des interfaces logicielles.

Dans ce contexte, l'intérêt des jeux vidéo réside dans son utilisation potentielle en tant qu'heuristique de design étayant dans des environnements basés sur l'apprentissage (Mayo, 2009; Whitton, 2011). Mais il existe également un intérêt croissant pour la dimension affective de l'expérience utilisateur (Picard, 2009). Przybylski et ses collaborateurs (2010) soulignent en particulier le rôle important des aspects affectifs et cognitifs pour expliquer la popularité croissante des jeux vidéo pour générer des comportements orientés vers des tâches étendues.

Afin d'illustrer cette idée, Barr, Noble, & Biddle (2007) ont proposé une approche novatrice de l'évaluation des jeux vidéo, en se basant sur la définition du jeu proposée par Juul (2003) :

Un système formel basé sur des règles, avec un résultat variable et quantifiable, où différents résultats correspondent à différentes valeurs. Le joueur concentre ses efforts sur la modification du résultat, auquel il se sent attaché, et les conséquences de l'activité sont optionnelles et négociables.

L'intérêt de cette définition est d'insister sur la notion de valeurs et d'évaluation. En effet, dans un jeu, des valeurs sont affectées à certains éléments, qui sont eux-mêmes reliés à des résultats basés sur les règles du jeu. Il convient donc pour le joueur d'accepter ces valeurs pour réussir le jeu. A titre d'illustration, dans le jeu *Space Invaders*, il convient d'accepter la valeur « *tuer les envahisseurs aliens* » pour gagner le jeu. Les auteurs postulent donc l'existence d'un système de valeurs propre aux jeux, que le joueur perçoit et adopte, et qui façonne la pratique du jeu. De ce point de vue, l'interface utilisateur d'un jeu est impliquée dans la construction, mais aussi dans l'expression de ce système de valeurs. Ces valeurs deviennent alors le concept central pour comprendre les jeux vidéo et l'interface sert autant à représenter les valeurs du jeu, qu'à guider la conduite du joueur par ces valeurs.

Mais la prise en compte de la dimension affective de l'expérience utilisateur a également amené de nombreux chercheurs à s'intéresser plus spécifiquement à une notion complexe, la motivation.

2. L'étude de la motivation

L'étude de la motivation permet de fournir différentes clés pour appréhender les jeux vidéo du point de vue du joueur. Mais la motivation est un phénomène complexe, et les nombreux modèles décrits dans la littérature ne facilitent pas toujours sa compréhension (Fenouillet, 2009). Le même auteur a proposé un modèle intégratif (voir *Figure 1*) afin de comprendre et de catégoriser ces nombreuses théories (Fenouillet, 2012).

Figure 1 : Modèle intégratif de la motivation (Fenouillet, 2012)_NA

Il est donc possible de décomposer la motivation en différentes étapes d'un processus dynamique complet ; dans un souci de simplification, nous nous sommes concentrés sur le motif primaire, la prise de décision et le résultat.

a. L'Auto-détermination et l'Auto-Efficacité comme motif primaire de la motivation

L'une des théories les plus pertinentes sur l'origine de la motivation est celle de l'auto-détermination, ou *Self-Determination Theory* (SDT - Deci & Ryan, 2000). Il s'agit d'une macro-théorie de la motivation humaine qui s'intéresse principalement au potentiel du contexte social à fournir des expériences aptes à satisfaire les besoins humains universels. Selon cette théorie, on peut distinguer les comportements *intrinsèquement motivés*, qui sont poursuivis pour eux-mêmes, et les comportements *extrinsèquement motivés* qui sont poursuivis afin d'accéder à, ou d'éviter, l'état recherché.

L'une des pierres angulaires de la SDT est la *Cognitive Evaluation Theory* (CET - Deci, 1975), qui s'est plus particulièrement focalisée sur les comportements intrinsèquement motivés (sport, éducation, loisirs). Les recherches dans le domaine

montrent que la motivation intrinsèque doit satisfaire trois besoins humains fondamentaux :

- compétence (sentiment d'efficacité)
- autonomie (volonté et agencement personnel)
- relationnel (connections sociales)

En revanche, les activités qui renforcent récompenses, punitions et mise en jeu de l'estime personnelle sont considérées comme extrinsèques. Ces deux types d'activités ne s'additionnent pas dans les mécanismes de jeu : favoriser les activités extrinsèques diminue les motivations intrinsèques (EL Deci, Koestner, & Ryan, 1999). De plus, ces deux formes de motivations ont un impact différent sur les individus engagés dans une même activité : une motivation intrinsèque entrainera ainsi plus d'amusement, plus de créativité, favorise une meilleure flexibilité mentale, un meilleur traitement de l'information et engendre de meilleurs bénéfices sur la santé physique et psychologique (EL Deci & Ryan, 2000).

Un autre concept fort qui ressort comme base théorique solide de la littérature récente sur la question est celui de l'Auto-efficacité (Bandura, 1997). Cette théorie postule que l'efficacité est attendue lorsqu'il existe une croyance subjective que l'exécution d'un comportement donné produira certains résultats. L'auto-efficacité perçue a une influence directe sur le choix des activités, la quantité d'efforts produite et combien de temps ils persisteront face à des obstacles ou des expériences négatives.

L'auto-efficacité dans le domaine du jeu peut être rattachée au *sentiment d'efficacité* de White (1959), soit une expérience positive qui résulte d'une activité exploratoire et ludique. L'auteur définit le concept de compétence comme la capacité d'un organisme à interagir efficacement avec son environnement. Il postule que cette recherche d'une interaction efficace avec l'environnement est permanente chez l'être humain, et nomme cette recherche la *motivation d'effectance*. Selon cette théorie, le sentiment d'efficacité diffère donc de la motivation d'effectance qui concerne l'activité elle-même. A titre d'exemple, Klimmt, Hartmann, et Frey (2007) ont démontré, à l'aide d'une expérience en

ligne, que certaines conditions d'effectance réduite amenaient les joueurs à considérer un jeu moins amusant.

La même équipe (Klimmt & Hartmann, 2006) a suggéré que l'auto-efficacité liée au jeu peut être vue comme une expérience *après-coup* qui s'inscrit pendant les événements qui prennent place dans le jeu. Le sentiment d'auto-efficacité résulte d'une évaluation à posteriori par le joueur de sa capacité à maîtriser le jeu. Cette théorie est donc particulièrement appropriée dans le domaine du jeu vidéo, qui fournit régulièrement des feedbacks sur les performances dans le jeu. Le feedback permanent fourni par l'environnement du jeu rend les réussites du joueur, associées à des événements positifs dans le jeu, très saillantes et sont donc susceptibles d'avoir un effet positif sur le plaisir de jouer (Klimmt, Blake, & Hefner, 2009).

L'auto-efficacité, ou des concepts voisins comme la maîtrise ou le sentiment de contrôle, jouent donc un rôle crucial dans l'expérience de jeu. Tamborini & Bowman (2010) ont démontré que la satisfaction du besoin de compétence (sentiment que les compétences individuelles correspondent aux exigences du jeu) et du besoin d'autonomie (le sentiment d'être en possession de ses moyens dans le jeu) expliquait une part significative de la variance dans l'amusement lié au jeu.

Plus récemment, Trepte & Reinecke (2011) ont mené une étude pour explorer l'interaction entre les performances du joueur, le sentiment d'auto-efficacité dans le jeu et le plaisir de jouer. Ils ont donc formulé des hypothèses sur l'effet des performances sur l'auto-efficacité et le plaisir, ainsi que sur l'effet de l'auto-efficacité sur le plaisir. Mais l'apport le plus intéressant reste l'idée que le sentiment d'auto-efficacité pourrait moduler la relation entre les performances et le plaisir de jouer.

Les résultats de leur expérience ont permis aux auteurs de construire un modèle d'équation structurelle prenant en compte l'ensemble de leurs hypothèses : l'effet positif des performances du joueur sur l'amusement que procure le jeu serait donc dépendant du sentiment d'auto-efficacité perçu par le joueur, directement lié à ses performances (voir Figure 2).

Figure 2 : Modèle d'équation structurelle de Trepte et Reinecke (2011)_NA

Malgré l'importance de ce résultat, sa portée est ici limitée par l'indicateur de performances, qui ne prend en compte que les succès du joueur (ou leur absence), mais pas ses échecs. Il est donc nécessaire de s'intéresser autant aux expériences positives et négatives dans le jeu (Trepte & Reinecke, 2011).

b. L'engagement comme prise de décision de la motivation

Il s'agit à présent de comprendre les raisons qui pousseront un joueur à maintenir l'activité de jouer dans le temps. Depuis 20 ans, les principaux modèles théoriques de l'engagement ont deux sources principales : l'éducation et l'Interaction Homme-Machine.

Dans les travaux portant sur l'apprentissage dans les milieux éducatifs, le modèle d'engagement est individuel, mais aussi dépendant de facteurs à la fois internes et externes au milieu scolaire. Plusieurs auteurs ont développé un modèle complexe, qui peut être conceptualisé à différents niveaux ; les contextes familial, communautaire, culturel et éducationnel peuvent tous constituer des facteurs modérant l'engagement. Fredricks, Blumenfeld, et Paris (2004) ont mesuré des facteurs à différents niveaux (école, classe et individuel), tandis que l'équipe d'Appleton (2006) se sont intéressés à des paramètres académiques (temps sur la tâche), comportementaux (participation dans la classe), cognitifs (stratégies mises en place), et psychologiques (appartenance). Les 2 études ont conclu que l'engagement peut apparaître dans un contexte d'interactions socio-groupale mais aussi à un niveau individuel. Ils mettent en évidence le fait que l'engagement apparaît comme un facteur essentiel pour évaluer l'influence du domaine affectif sur la réalisation d'une tâche cognitive (performances).

La SDT de Ryan & Deci (2000) nous aide à comprendre comment la motivation intrinsèque, guidée le besoin de compétence, peut devenir un facteur important de l'engagement. Pour les équipes d'Appleton (2006) et de Przybylski (2010),

l'engagement apparait néanmoins comme un concept indépendant de la motivation malgré les liens qui relient les 2 concepts. Bempechat et Shernoff (2012) ont proposé une définition pour différencier les deux concepts :

- L'engagement correspond ainsi à une série d'interactions ponctuelles (états) pendant la tâche ;
- Et la motivation correspond à une orientation individuelle globale dirigée vers la tâche.

En s'appuyant sur ces définitions, Sharek (2012) suggère que l'interaction entre la motivation et l'engagement peut former une boucle où l'expérience dans la tâche peut façonner les éléments d'états d'auto efficacité et de motivation qui influencent à leur tour le désir de se réengager dans la tâche.

Le modèle conceptuel de l'engagement dans le domaine des IHM s'est construit en particulier dans les tâches de recherche d'information, mais ont également porté sur les achats en ligne ou les jeux vidéo (O'Brien & Toms, 2008). Ce modèle d'engagement est à la fois un processus et un produit de l'interaction, soit une expérience cyclique d'engagement et de réflexion sur l'expérience interactive qui aide à affiner les décisions à propos d'un engagement futur (O'Brien & Toms, 2008). Hassenzahl, Diefenbach, & Göritz (2010) se sont attachés à organiser l'expérience utilisateur en deux catégories (ou *qualités*) :

- les qualités pragmatiques, relatives à l'utilité et à l'utilisabilité du système
- les qualités hédoniques, liées à la motivation, la stimulation et le challenge pour l'utilisateur

Les qualités pragmatiques bénéficient d'un cadre théorique bien établi dans la recherche sur les IHM (voir Shneiderman, 1998), et forment la *colonne vertébrale* du TAM (*Technology Acceptance Model* ; (Bourgonjon, Valcke, Soetaert, & Schellens, 2010; Venkatesh & Bala, 2008). O'Brien & Toms (2008) considèrent l'utilisabilité et l'utilité comme des facteurs importants de l'engagement de l'utilisateur.

Les qualités hédoniques sont vues pour leur part comme les facteurs clé expliquant la perception d'un engagement élevé par l'utilisateur (T. Malone & Lepper, 1987; Przybylski et al., 2010a). Ainsi, l'aspect esthétique de l'environnement informatique peut avoir un rôle pour motiver la première interaction, mais aussi pour maintenir cette motivation pendant l'utilisation et même dans la perception de l'utilisabilité globale du système (Skelly, Fries, Linnett, Nass, & Reeves, 1994 ; Vorderer, Klimmt, & Ritterfeld, 2004).

c. *Le flow comme résultat de la motivation*

Le défi et la compétition seraient les facteurs clé de l'amusement dans le jeu (J. Sherry & Lucas, 2006), tandis que les sentiments de Flow et d'engagement seraient également considérés comme une récompense et sont fréquemment cités comme des motivations pour jouer (Hsu & Lu, 2004).

La théorie du Flux, ou *Flow Theory* (Csikszentmihalyi, 1990) propose un cadre intéressant pour décrire le résultat d'une activité motivée. L'auteur décrit ce Flux comme *une expérience d'immersion profonde résultant de l'engagement individuel dans une tâche, et liée au juste équilibre entre le challenge proposé par la tâche et les compétences de l'utilisateur*. D'après Sherry (2004), le flux et la jouabilité sont souvent reliés dans les contextes où l'utilisateur trouve une structure formelle familière, mais où du nouveau contenu est généré par le système et les choix de l'utilisateur à l'intérieur du système. Ce lien trouve écho dans le champ plus large de la motivation et de l'engagement où l'utilisateur utilise sa connaissance de la structure formelle du système pour évaluer la faisabilité et l'attrait du challenge.

L'expérience de flux est donc une réponse affective positive (amusement et satisfaction) qui amène à une appréciation positive de l'expérience et au désir de réengagement (Sharek, 2012). Malgré les liens évidents qui unissent la théorie du flux et les environnements basés sur le jeu, ceux-ci s'avèrent difficilement exploitables en application directe dans la recherche (Weibel, Wissmath, Habegger, Steiner, & Groner, 2008) ; si le flux et l'amusement sont hautement corrélés, il faut s'appuyer sur des principes indépendants pour les mesurer et les

caractériser individuellement (Boyle, Connolly, & Hailey, 2011; Weibel et al., 2008).

La notion de flux a ainsi été utilisée avec succès comme outil d'évaluation de l'expérience ressentie dans des mondes virtuels et avec des jeux vidéo (Inal & Cagiltay, 2007; Nacke & Lindley, 2008; Sweetser & Wyeth, 2005; Webster, Trevino, & Ryan, 1993; Zagal, Chan, & Zhang, 2010), mais peut aussi servir de support au développement d'un jeu : si l'amusement généré par un jeu est un objectif évident de son créateur, la conceptualisation du *flux* offre des axes de développement ou des recommandations solides pour parvenir à cet objectif, comme l'a illustré Denis (2006) dans son travail de thèse sur la création d'un jeu d'enseignement du jazz.

3. Les outils méthodologiques

a. *Les questionnaires*

Lorsqu'il s'agit d'évaluer l'engagement d'un utilisateur, plusieurs stratégies sont possibles, mais les mesures auto-reportées restent les plus populaires pour caractériser les états psychologiques des utilisateurs. Les mesures multiples sont essentielles pour caractériser l'engagement d'un point de vue comportemental et psychologique, mais aussi pour mieux appréhender les différentes facettes de l'engagement psychologique (Appleton et al., 2006; Boyle et al., 2011). Leurs principaux avantages résident dans leur robustesse, leur facilité d'implémentation, ainsi que dans la fiabilité et la validité de leurs données. Néanmoins, il existe à ce jour peu d'outils validés.

Parmi eux, nous pouvons citer la *Flow State Scale* (Jackson & Marsh, 1996; Marsh & Jackson, 1999), développée à l'origine pour évaluer l'engagement dans les activités physiques, elle est pourtant largement utilisée dans les environnements informatiques, incluant les jeux vidéo (Liao, 2006; Ma & Williams, 2011; Suzuki & Kato, 2003). Elle comprend 9 sous-échelles, et couvre donc largement l'expérience de flow ; le vocabulaire employé n'étant pas spécifique au sport, elle s'avère être un outil polyvalent.

La *User Engagement Scale* (O'Brien & Toms, 2008, 2010) mérite également notre intérêt : en se basant sur les travaux dans le multimédia éducatif, cet outil utilise la distinction entre les dimensions hédoniques et pragmatiques, et les différents travaux de validation ont permis de confirmer l'existence de six sous-échelles :

- Esthétique (AE) : aspect visuel
- Durabilité (EN) : intention d'utiliser à nouveau et de le conseiller à d'autres personnes
- Engagement perçu (FI)

- Attention focalisée (FA) : basé sur la théorie du Flow (concentration focalisée, absorption, dissociation temporelle)
- Nouveauté (NO) : intérêt et curiosité suscitée par le système
- Utilisabilité perçue (PU) : aspects affectifs (frustration) et cognitifs (effort) de l'utilisation du système

Dans leurs travaux les plus récents, O'Brien et Toms (2013) se sont néanmoins interrogés sur l'indépendance des sous-échelles EN, NO et FI, ou sur l'existence d'un unique facteur qui les regrouperait toutes.

b. L'observation comportementale

La notion d'observation comportementale peut renvoyer à différents champs d'application (comportementalisme, psychologie sociale, anthropologie, etc.), qui lui prêtent une définition et des objectifs différents. Dans le contexte de l'expérience du joueur, c'est à nouveau la référence aux IHM qui permet de définir une application spécifique aux jeux vidéo.

Les tests d'utilisabilité, ou tests utilisateurs, consiste donc à observer directement l'utilisateur en train de se servir d'une application (J Nielsen, 1994) ; l'intérêt d'une telle procédure est d'accéder aux conditions d'utilisation réelle, par des utilisateurs représentatifs de la cible visée par le dispositif ou logiciel (Nogier, 2008).

L'investigateur doit définir au préalable les critères, ou comportements d'utilisation qu'il souhaite mesurer. Classiquement, dans le champ de l'utilisabilité, l'évaluation de l'*efficacité* (réalisation des objectifs), de l'*efficience* (ressources nécessaires pour les réaliser) et de la *satisfaction* (plaisir d'utilisation) guident majoritairement l'élaboration de ces critères (norme ISO 9241-11) ; il peut être utile d'y associer en complément des mesures de *sécurité* (gestion des erreurs) et de *facilité d'apprentissage* (assimilation du mode de fonctionnement).

Concernant le nombre de participants, les travaux menés par Nielsen et Landauer (1993) avaient conclu à l'intérêt de limiter ces études à cinq

participants, arguant que les participants supplémentaires n'apportaient pas suffisamment d'informations supplémentaires. Le consensus stipulait donc qu'il était préférable de multiplier les tests à cinq utilisateurs au fur et à mesure des itérations du prototype, plutôt que de procéder à un seul test impliquant de nombreux sujets. Par la suite, certains auteurs sont revenus sur cette recommandation pratique, en avançant des arguments méthodologiques et statistiques en faveur d'un plus grand nombre de sujets (Caulton, 2001; Schmettow, 2008).

Depuis, les tests utilisateurs continuent d'être utilisés, en améliorant parfois la méthodologie initiale ; nous pouvons brièvement évoquer :

- Les observations directes pour évaluer le comportement dans un contexte éducatif (voir Admiraal, Huizenga, Akkerman, & Dam, 2011),
- L'observation comportementale associée aux fichiers *log* (historique des événements) dans le contexte informatique (Lehmann, Lalmas, Yom-Tov, & Dupret, 2012),
- Mais aussi de manière croissante l'utilisation des mesures physiologiques pour évaluer l'état psychologique (Hardy, Wiebe, Grafsgaard, Boyer, & Lester, 2013; Mandryk, Inkpen, & Calvert, 2006).

Dans le domaine des jeux vidéo, les principes de bases de l'observation comportementale sont appliqués, mais les critères d'évaluation ont été adaptés de manière à saisir les spécificités du média, autant dans une démarche de développement que d'évaluation. Ainsi, si les mesures traditionnelles d'utilisabilité sont retrouvées, telles que l'évaluation des frustrations et préférences, ou le temps et la qualité de réalisation des sous-tâches (Mandryk & Atkins, 2007; Mandryk et al., 2006; Yannakakis & Hallam, 2006), des mesures spécifiques aux jeux vidéo ont du être utilisées : immersion et fluidité dans le jeu, sentiment de présence, mesures des émotions via la posture et la pression sur le contrôleur (Hoogen, 2008; Pagulayan et al., 2003; Sweetser & Wyeth, 2005).

c. L'approche qualitative

Les méthodes de recherche qualitative sont particulièrement adaptées pour étudier les interprétations individuelles et réactions liées à une expérience donnée (Dale, 1996; Patton, 1990). Il existe un corpus émergent de recherches qualitatives s'intéressant à différentes problématiques sur les jeux vidéo (Wolf & Perron, 2003), bien que la majorité se concentre sur les motivations des joueurs à jouer aux jeux vidéo au lieu de pratiquer d'autres activités (Cheryl K. Olson, 2010). Cet intérêt pour les motivations est essentiellement dicté par les théories existantes de la motivation et non dans le but de comprendre plus précisément l'expérience de jeu du point de vue des joueurs ; il fournit néanmoins une perspective étendue des expériences vécues par les participants lorsqu'ils jouent. Par exemple, l'équipe de (Sherry, 2006) a utilisé des focus groupes pour étudier la motivation à jouer chez des étudiants âgés de 18 à 22 ans. Les résultats suggèrent que la pratique des jeux vidéo serait motivée par la satisfaction des besoins de compétition, de défi, d'interactions sociales, d'évasion de la réalité, de fantaisie et d'atteinte d'un état d'excitation.

De manière similaire, Funk, Chan, Brouwer et Curtiss (2006) se sont appuyés sur un cadre biopsychologique pour comprendre les bénéfices physiques, psychologiques et sociaux, ainsi que les conséquences négatives de la pratique des jeux vidéo chez des joueurs enfants et adultes. Chez les enfants, les gains psychologiques comprenaient la réussite et la fierté, la compétition, le divertissement, l'imagination autour des personnages principaux, l'absorption, et les sentiments d'excitation. L'effroi, la frustration fréquente et l'inquiétude des effets néfastes du jeu constituaient la contrepartie négative de la pratique des jeux vidéo, toujours chez les jeunes joueurs. Chez les adultes, les gains concernaient le soulagement du stress et de l'ennui, l'euphorie et le sentiment d'excitation lié à des activités interdites dans la vie réelle, tandis que les pertes incluaient la frustration, les comportements impulsifs, la procrastination et le fait de devenir obsédé par un jeu.

Plus récemment, une autre équipe s'est intéressée aux attitudes vis à vis des jeux vidéo violents chez des garçons âgés de 12 à 14 ans et leurs parents (Kutner, Olson, Warner, & Hertzog, 2008). L'analyse des focus groupes constitués pour cette

étude montrent que ces jeunes joueurs sont conscients de l'impact négatif potentiel de ce type de jeu, mais ne pensent pas pouvoir être eux-mêmes affectés par ces jeux. En complétant l'expérience avec un autre échantillon, les auteurs ont montré que les jeunes sont attirés vers les jeux vidéo violents car ils leur permettent de fantasmer sur la puissance et la célébrité, mais aussi de se mesurer entre eux et de maîtriser les compétences du jeu. Le jeu peut aussi servir de support à leurs émotions négatives comme la colère et la frustration, ainsi qu'aux nombreuses interactions sociales offertes par la pratique de ce type de jeu.

Ces recherches qualitatives ont fourni des infos essentielles pour la compréhension des joueurs, mais elles étaient toutes guidées par les questions apportées par les chercheurs. Une étude récente d'Oswald, Prorock et Murphy (2014) s'est donc focalisée sur le sens que donne le joueur à son activité. L'objectif était de savoir s'il existe d'autres catégories signifiantes pour qualifier l'expérience de jeu du point de vue du joueur. Pour cela, les auteurs ont procédé à une analyse complète du spectre de réponses d'un échantillon de joueurs décrivant une expérience de jeu vidéo avec leurs propres mots, en utilisant des catégories psychologiquement pertinentes. De manière similaire à leurs prédécesseurs, ils se sont inspirés des modèles de la psychologie du sport, en assimilant la pratique du jeu vidéo à une activité récréative (Murphy, 2009).

A l'issue de cette analyse, Oswald et ses collaborateurs (2014) ont pu dégager quatre résultats principaux, dont trois confirment les données de la littérature. Il s'avère tout d'abord que la majorité des joueurs décrivent la pratique du jeu vidéo comme une expérience émotionnellement positive, appuyant la notion de récompense intrinsèque à la pratique du jeu défendue par la SDT de Ryan, Rigby et Przybylski (2006). Contrairement à certaines études focalisées sur l'effet de média, les émotions négatives générées par le jeu lui-même sont très peu représentées dans cet échantillon. Le lien avec la théorie de la SDT est également renforcé par un second résultat, montrant qu'un tiers des participants interrogés accordait de l'importance à la dimension sociale du jeu.

Les résultats confirment également l'analogie avec la pratique sportive (Murphy, 2009) : les joueurs ont de nombreux objectifs lorsqu'ils jouent, liés à l'amélioration de leurs performances et de leur expertise. Mais le résultat le

plus original de cette étude concerne la grande complexité des réponses analysées en regard d'une simple question ouverte, preuve que l'expérience ressentie par le joueur reste difficile à décrire.

Néanmoins, les auteurs ont souligné plusieurs restrictions au protocole qu'ils ont mis en place. Tout d'abord, le questionnaire ne suit pas dans le temps l'expérience elle-même, qui peut s'avérer assez éloignée pour altérer les souvenirs. De plus, les méthodes de recrutement dans cette expérience ne permettaient pas de prendre en compte la variabilité du milieu socioculturel.

Selon Oswald et ses collaborateurs (2014), la recherche en Psychologie doit autant focaliser sur l'expérience de jeu réelle grâce à l'évaluation des perceptions du joueur et à l'observation des comportements durant le jeu, que sur la compréhension du contenu des jeux. En effet, leurs travaux ont montré que l'expérience de jeu ne reflète pas forcément le contenu du jeu ; l'expérience de jeu dépend certainement plus du contexte social associé que du jeu lui-même. Par ailleurs, certains jeux sont beaucoup trop vastes pour être soumis à une analyse de leur contenu.

III. Problématique: quelles sont les spécificités du joueur âgé ?

1. Les principes de l'utilisabilité pour les personnes âgées

Un critère garant d'une conception de qualité peut être résumé par ce concept issu de l'étude des facteurs humains : « connaître l'utilisateur avant que les spécifications soient définies » (Nielsen, 1994, p.73). Il est essentiel de prendre en compte les besoins basiques afin d'optimiser les performances en fonction du temps, de la précision et de la satisfaction, pour produire des systèmes, interfaces ou dispositifs « user-friendly ». La recherche en facteurs humain et en interaction homme-machine a une histoire centrée sur la conception de produits destinés à de jeunes utilisateurs, d'une part parce que beaucoup de concepteurs sont eux-mêmes jeunes (la plus grande proportion de personnes actives est située entre 30 et 34 ans, National Science Foundation, 2006), et d'autre part, en conséquence, les adultes plus âgés ont généralement des difficultés à interagir avec les technologies existantes et rapportent des sentiments de frustration et de confusion lorsqu'ils essayent de s'adapter (Fisk & Rogers, 1997; Rogers, Fisk, Mead, Walker, & Cabrera, 1996; Walker, Philbin, & Fisk, 1997).

Actuellement, les compétences et limitations des personnes âgées ne sont généralement pas prises en compte dans les étapes très précoces de conception et de développement. Quelques progrès ont été fait pour aider les personnes âgées à s'accommoder aux systèmes existants grâce à des modifications de l'interface et du système (par exemple : changer l'accélération de la souris, agrandir la taille de la police d'écriture, accentuer le contraste), ou grâce à des modifications au niveau de l'utilisateur (par exemple : apprendre et entraîner l'utilisateur à manipuler le dispositif) ; néanmoins, il existe toujours un fossé entre le champ du vieillissement cognitif et la conception ergonomique. Le design ergonomique fait référence à la mise à l'épreuve des systèmes par des modèles cognitifs simulant les performances humaines, de telle manière que les concepteurs peuvent prédire les spécifications qui seront les plus efficaces. Ces simulations permettent de contourner les études impliquant les utilisateurs, plus coûteuses en temps et en

argent et peuvent aider à éviter la construction et l'adoption de dispositifs mal conçus depuis leur origine.

En effet, les champs de recherche sur les facteurs humains et les gérontechnologies se sont développés de manière considérable (Harrington & Harrington, 2000). Ces disciplines tentent d'optimiser les relations entre les technologies et les utilisateurs (Kantowitz & Sorokin, 1983) et visent à améliorer *le développement et la conception de produits et services destinés à améliorer la qualité de vie* (Bouma, 2001). Fisk, Rogers, Charness, Czaja et Sharit (2009) défendent l'idée que les personnes âgées sont plus susceptibles d'adopter des technologies nouvelles et existantes si les interfaces et les appareils sont conçus de manière à réduire l'inconfort et l'anxiété liés à l'interaction avec le système. Pour encourager cet effort, les concepteurs doivent prêter une attention particulière à plusieurs changements relatifs à l'avancée en âge. Ces changements incluent un contrôle et une coordination motrice variable et plus limitée (Benson & Marano, 1998); pour une revue de littérature, voir (Vercruyssen, 1997), des échecs plus fréquents des mécanismes inhibiteurs (Hasher & Zacks, 1988; Rabbitt, 1965), ainsi qu'une mémoire de travail moins efficace et un déclin de l'intelligence fluide (Salthouse, 1991). Par ailleurs, un ralentissement général chez les personnes âgées se traduit par un temps d'exécution d'une tâche donnée 1,5 à 2 fois supérieur à celui nécessaire pour des adultes plus jeunes (Hale & Myerson, 1995; Timothy a. Salthouse, 1996).

Un exemple d'application récent dans le domaine du *serious game* thérapeutique (Benveniste, Jouvelot, Pin, & Péquignot, 2012 ; Boulay, Benveniste, Boespflug, Jouvelot, & Rigaud, 2011) décrit la mise en place d'un design incrémental impliquant des patients souffrant d'une MA : plusieurs évaluations auprès de ces participants ont ainsi permis de mettre au point le jeu en tenant compte des besoins spécifiques de cette population :

- Faibles coûts cognitifs et moteurs
- Gameplay sans-erreurs
- Simplicité de l'équipement

2. Evaluer l'expérience du joueur âgé

Il existe donc différentes approches expérimentales pour rendre compte de l'état, ou plutôt des états, psychologique(s) des joueurs, avant, pendant et à l'issue d'une session de jeu. L'examen des travaux basés sur une analyse qualitative de l'expérience de jeu (Funk et al., 2006; C. K. Olson, Kutner, & Warner, 2008; Oswald et al., 2014; Sherry & Lucas, 2006), donc recueillie au travers du point de vue du joueur, permettent d'identifier un certain nombre de thèmes communs aux différents échantillons constitués :

Compétition, défi, interaction sociale, évacion de la réalité, excitation, enthousiasme, expertise de compétences de jeu, accomplissement et fierté, coopération, divertissement, absorption, fantasmes liés aux avatars, soulagement du stress et de l'ennui, plaintes somatiques, jeu compulsif, contenu violent et frustration.

L'identification de ces thèmes récurrents a bien sur l'intérêt de souligner la robustesse, la validité et la fiabilité des procédures expérimentales mises en place. Les différentes techniques d'analyse qualitative se révèlent ainsi particulièrement pertinentes pour appréhender les perceptions du joueur sur son expérience de jeu. En revanche, plusieurs des travaux cités se sont intéressés à la comparaison des thèmes identifiés dans des populations différentes (entre enfants et adultes par exemple, voir Funk et al., 2006) ; quels thèmes pouvons-nous attendre chez des seniors ?

L'équipe de McLaughlin (2012) est partie de la notion de *choix motivé* pour évaluer la motivation des seniors à pratiquer un jeu vidéo. Cette notion s'appuie sur le ratio entre les coûts et les bénéfices perçus comme déterminants dans l'adoption des nouvelles technologies (Melenhorst, Rogers, & Bouwhuis, 2006; Sharit, Czaja, Perdomo, & Lee, 2004). Pour répondre à cette question, les auteurs ont constitué deux focus groupes avec des sujets âgés de plus de 60 ans, après une session de jeu sur la console Wii de Nintendo. Le recueil de données incluait des informations qualitatives (frustration, préférences, immersion et fluidité dans le jeu, sentiment de présence) et quantitatives (temps et qualité de réalisation des

sous-tâches, données biométriques, mesure des émotions via la posture et la pression sur le contrôleur).

Du point de vue des coûts, les auteurs ont identifié trois thématiques distinctes : les changements physiques, les changements cognitifs et le domaine affectif.

- Coûts liés aux changements physiques : manque de lisibilité des éléments de l'interface graphique et de la police d'écriture, difficultés de sélection des icônes avec la Wiimote
- Coûts liés aux changements cognitifs : difficultés à mémoriser les conventions graphiques, difficultés pour alterner entre différentes interfaces,
- Coûts affectifs : inquiétude à propos de leurs performances

Ces premiers résultats permettent déjà d'établir ou de suggérer un certain nombre de recommandations pour un jeu vidéo minimisant les coûts pour les seniors :

- Importance de développer des interfaces par et pour les personnes âgées (Fisk, Roger, Charness, Czaja, & Sharit, 2009; Mandryk & Gutwin, 2008; Pak & McLaughlin, 2010; Worden, Walker, Bharat, & Hudson, 1997)
- Il faut minimiser la peur de l'échec avec un environnement plus familier, un challenge adapté et des récompenses plus fréquentes (Falstein, 2005) afin de limiter la menace du stéréotype (Schulz, 2006) ; La menace du stéréotype peut affecter les capacités cognitives surtout quand la tâche est difficile (Hess, Emery, & Queen, 2009)
- Importance du jeu en groupe
- Il faut minimiser les demandes mnésiques

L'analyse des bénéfices perçus a par ailleurs montré qu'une interaction simple, une faible demande physique, de nouvelles expériences sensorielles, une composante sociale, un système de récompenses et un accès immédiat à la construction des performances étaient des critères essentiels pour augmenter les

bénéfices. Cet aspect apparaît d'autant plus important que des études précédentes sur l'utilisation du téléphone (Sharit et al., 2004) et sur la pratique des jeux vidéo (Ijsselstein, Nap, de Kort, & Poels, 2007) ont montré que des bénéfices élevés sont plus importants que les coûts liés à une mauvaise interface.

Lorsque les auteurs s'intéressent à l'équilibre global entre les coûts et les bénéfices perçus, il ressort que la conception des jeux, l'équipement additionnel, l'utilisabilité et l'entraînement sont les variables qui affectent le plus les coûts autant que les bénéfices, et sont contrôlables par les développeurs et les testeurs de jeux vidéo (Figure 3)

Figure 3 : Bénéfices et coûts potentiels des jeux vidéo perçus par des adultes âgés (McLaughlin et al., 2012)_NA

Ces résultats sont cohérents avec les précédents travaux qui se sont intéressés au flow dans le jeu chez des adultes âgés (Hwang, Hong, & Jong, 2009). Il apparaît ainsi que les différentes recommandations d'utilisabilité dans le domaine de la conception de jeu (Pagulayan et al., 2003) s'appliquent pour des joueurs âgés, mais elles peuvent nécessiter certaines améliorations pour prendre en compte une grande variété de changements perceptuels et cognitifs liés à l'âge dans la population concernée (McLaughlin et al., 2012).

3. Problématique

A l'issue de cet examen de la littérature, plusieurs faits émergent. En premier lieu, l'étude des jeux vidéo en psychologie bénéficie à ce jour d'une histoire suffisamment riche à ce jour pour nous fournir des outils et procédures d'investigation pertinents. Ensuite, la nature même du jeu vidéo constitue un excellent support pour la stimulation cognitive et physique chez des personnes âgées. Ce résultat est d'autant plus intéressant que les possibilités de stimulation dans le vieillissement normal et/ou pathologique sont confortées par les travaux récents sur la plasticité cérébrales et les capacités résiduelles.

Les travaux s'intéressant à l'étude des jeux vidéo chez les seniors sont donc logiquement très prometteurs en confirmant au moins partiellement les différentes hypothèses décrites. Les différents effets sur la cognition sont donc mieux connus, et plusieurs *serious games* expérimentaux ont été récemment développés. Néanmoins, nous pouvons nous interroger sur l'enthousiasme général que suscite ce champ de recherche. Si les jeux vidéo fournissent une solution intéressante dans le cadre de la stimulation cognitive, leur nature intrinsèque de divertissement en est la principale raison ; dès lors, sommes-nous sûrs que le jeu vidéo soit perçu comme un divertissement par nos aînés, alors que le média a toujours été investi par les plus jeunes depuis son apparition ? En d'autres termes, cet intérêt pour le jeu vidéo n'est-il pas déterminé par le point de vue des chercheurs et des professionnels de santé, plus familiarisés à l'existence des jeux vidéo, qui confondent leurs propres divertissements avec celui de nos aînés ?

Plusieurs auteurs se sont intéressés récemment au point de vue des seniors sur la pratique régulière des jeux vidéo. Mais ces premiers travaux mettent en évidence le manque d'informations recueillies à ce sujet. Nous proposons donc d'apporter une modeste contribution à ce sujet, en adoptant une méthodologie autant quantitative que qualitative. La démarche est exploratoire dans la mesure où nous nous intéresserons autant aux résultats obtenus qu'à la méthodologie utilisée. La question principale qui guidera nos investigations sera la suivante : comment apprécier l'appétence des personnes âgées à la pratique des jeux vidéo ?

2^{ème} Partie : Etudes qualitatives et quantitatives sur le terrain

I. Hypothèses et opérationnalisation

1. Les questions posées

Lorsque que nous avons été amenés à réfléchir à l'intérêt du jeu vidéo du point de vue des seniors, deux questions majeures ont émergé :

- La première question consistait à savoir si la jouabilité, c'est-à-dire l'utilisabilité, de l'interface (à la fois matérielle et logicielle), pouvait s'améliorer dans le temps, et si cette amélioration était indépendante du vieillissement cognitif normal et pathologique.
- La deuxième question s'est avérée plus générale, en portant sur les représentations du jeu vidéo parmi la population âgée actuelle ; il s'agissait autant de savoir ce qu'était un jeu vidéo pour les seniors, que de savoir s'ils nourrissaient un attrait pour ce média.

Chacune de ces questions a donc été le point de départ des études décrites dans cette section. Et chacune d'elles a nourri des hypothèses expérimentales spécifiques, ainsi qu'une procédure susceptible de vérifier ces hypothèses.

2. Choix méthodologiques

Historiquement, les deux études proposées ont été mises en place dans le cadre de projets de recherche dont le laboratoire LUSAGE était partenaire ou coordinateur. Les axes et objectifs de ces projets seront brièvement rappelés pour chaque étude dans la mesure où les protocoles élaborés avaient pour mission première de répondre aux questions qui nous intéressaient dans ces projets.

L'origine de ces études a donc une implication importante sur le lien entre les résultats obtenus et l'état de l'art précédemment décrit. Dans un premier temps,

nous pouvons véritablement qualifier notre approche de naïve vis-à-vis des questions posées. En effet, cela tient autant à notre jeune expérience de chercheur qu'au contexte particulier d'un projet de recherche qui possède ses propres intérêts. Par conséquent, les protocoles décrits présentent des limites plus ou moins évidentes par rapport à la littérature qu'il conviendra d'identifier et de discuter avec objectivité.

Néanmoins, la naïveté de cette approche présente un avantage certain, en raison de sa relative indépendance vis-à-vis des procédures de recherche traditionnellement employées dans ce domaine. Relative, car ces procédures sont forcément basées sur des connaissances acquises de manière explicite ou implicite ; nous n'avons donc rien inventé, mais nous avons abordé les questions sans chercher à reproduire des expériences déjà menées, ni à vérifier des résultats marquants de la littérature. Ainsi, parallèlement aux hypothèses de recherche elles-mêmes, nous espérons également que les résultats obtenus nous apporteront des réponses complémentaires à celles décrites dans la littérature.

3. Résultats attendus

Une première étude a été mise en place pour étudier la jouabilité de jeux vidéo et d'une interface spécifique. La jouabilité a été abordée sous l'angle de l'utilisabilité, telle que l'a définie Nielsen. Cette approche peut être qualifiée de quantitative puisqu'elle propose de mesurer un certain nombre d'indicateurs ; ces mesures permettront dans un second temps de qualifier l'utilisabilité et d'identifier les critères d'amélioration. Ce type d'études prend tout son sens avec des prototypes en cours de développement, puisqu'elles permettent d'améliorer l'interface en vue d'une mise sur le marché. Tester un produit déjà commercialisé, sans opportunités de correction ultérieures, aura donc un objectif supplémentaire à l'évaluation de l'utilisabilité ; dans notre cas, il s'agit de vérifier si l'utilisabilité telle qu'elle a été définie pour des enfants, des adolescents et des jeunes adultes, reste aussi bonne avec un public qui n'était pas spécifiquement visé, soit des personnes âgées. L'hypothèse principale est donc que le facteur de l'âge a un effet sur l'utilisabilité considérée de manière globale, mais le critère d'apprenabilité

permet de réduire cet effet : les personnes âgées ont donc plus de difficultés à jouer une première fois, mais peuvent s'améliorer rapidement au point d'effacer les écarts observés initialement. Cette hypothèse concerne bien les critères comportementaux choisis, et non les performances obtenues dans le jeu lui-même.

Une seconde étude a été mise en place afin d'explorer les représentations liées aux jeux vidéo chez les personnes âgées. L'approche qualitative des focus groupes s'est imposée comme la plus apte à rendre compte de ces représentations. Derrière plusieurs questions ouvertes destinées à couvrir l'ensemble des problématiques identifiées à priori, le but était bien de susciter la discussion autour des jeux vidéo afin de découvrir les thématiques spécifiques à cette population. L'hypothèse principale consistait donc identifier les thèmes soutenus par les participants âgés, dans ce qu'ils ont de commun avec les thèmes identifiés chez des sujets plus jeunes, mais surtout dans ce qu'ils ont de différent.

Dans un souci de présentation et de démonstration, les sections suivantes vont donc s'organiser en fonction de la nature principale de chaque étude. Néanmoins, cette distinction s'avère artificielle, car chaque approche permet de collecter des données de nature différente. Il s'avérera donc crucial dans un second temps de confronter les deux approches afin d'en dégager leur complémentarité et leur exhaustivité. Une dernière hypothèse sera l'identification de recommandations sur la proposition du media aux personnes âgées.

II. L'approche comportementale : profil cognitif et *learnability*

1. Opérationnalisation des Hypothèses

Dans cette première expérience, l'objectif est de montrer l'intérêt d'une étude d'utilisabilité étalée dans le temps, afin d'en évaluer l'évolution relative à l'apprentissage. Cet apprentissage semble indispensable dans la mesure où les participants sont placés face à une interface nouvelle. Il s'agit donc d'une illustration de l'adaptation nécessaire que doit adopter l'expérimentateur dans le cadre d'un jeu destiné à des seniors : contrairement à un *gamer* averti qui sera sollicité dans l'évaluation d'un jeu vidéo classique, un sujet plus âgé ne sera vraisemblablement pas familiarisé avec l'univers et les codes du jeu vidéo. Plusieurs séances lui permettent d'appréhender le nouveau média, et l'évaluation de sa capacité à utiliser l'interface pour réaliser les actions requises par le jeu sera donc plus fiable après plusieurs séances.

2. Protocole expérimental

a. Constitution des échantillons

Initialement, quatre groupes expérimentaux devaient être constitués pour cette expérience : un groupe de personnes âgées sans troubles cognitifs, un groupe de personnes âgées souffrant d'un MCI, un groupe de personnes âgées souffrant de la Maladie d'Alzheimer (MA) à un stade débutant (MMSE>18) et un groupe d'adultes jeunes afin d'évaluer l'effet de l'âge. Malheureusement, des difficultés de recrutement n'ont pas permis de constituer un groupe de patients MA potentiellement comparable aux autres groupes.

Au terme du recrutement, trois groupes ont pu être constitués :

- Un groupe de sujets jeunes (J), composé de neuf sujets âgés de 22 à 33 ans ($M = 25,11 \text{ ans} \pm 3,55$), dont cinq hommes et quatre femmes.
- Un groupe de sujets âgés de plus de 65 ans et ne présentant pas de troubles cognitifs (N), comprenant 14 individus dont l'âge s'étendait de 65 à 88 ans ($M = 74,5 \text{ ans} \pm 6,33$), mais incluant un seul homme.
- Un groupe de sujets âgés de plus de 65 ans et souffrant d'un MCI diagnostiqué (MCI), composé de 12 sujets dont l'âge s'étendait de 66 à 90 ans ($M = 77,17 \text{ ans} \pm 8,39$), dont trois hommes et neuf femmes.

En complément de ces trois groupes expérimentaux, trois patients souffrant d'une MA diagnostiquée ont pu terminer le protocole ; leurs résultats ont donc bénéficié d'un traitement individuel, par comparaison avec les résultats moyens obtenus par les échantillons expérimentaux. Il s'agissait de deux hommes âgés de 80 et 81 ans, ainsi que d'une femme âgée de 84 ans.

Quatre participants n'ont pas eu l'opportunité de finir le protocole en raison d'incompatibilités d'emploi du temps pour deux d'entre eux, pour des raisons médicales dans un autre cas, et refus de continuer dans le dernier cas. Ce dernier a exprimé son manque d'attrait pour l'activité proposée et son souhait d'arrêter l'expérience.

Les participants ont été recrutés par le biais du centre Mémoire de l'Hôpital Broca, qui garantissait les diagnostics établis, et par le biais d'associations locales (Old'Up, E-Seniors, Point Paris Emeraude Paris 13^e). Les sujets jeunes incluaient des membres du laboratoire LUSAGE et du Centre d'Expertise Nationale de Stimulation Cognitive.

b. Matériel

Le matériel requis dans cette expérience comprenait :

- Un écran Plasma de 46 pouces,
- Une console Wii de Nintendo,
- Un contrôleur spécifique à la Wii, la Wiimote, équipée d'une gaine antidérapante et d'une dragonne,
- Le jeu WiiSports
- Deux caméscopes destinés à enregistrer les séances, couvrant à la fois l'écran et le joueur

Concernant les deux jeux proposés, il s'agissait du Bowling (Figure 4) et du Tennis (Figure 5), deux mini-jeux proposés dans la compilation WiiSports (Nintendo). Dans les deux cas, il s'agit d'une simulation des deux sports correspondants dont le principe est de reproduire les mouvements réels (lancer une boule / taper avec une raquette) pour contrôler les actions dans le jeu. Le choix de la console et des jeux a été motivé par la facilité d'accès a priori, basée essentiellement sur la reconnaissance des mouvements subis par la Wiimote. La Nintendo Wii est une console de septième génération, sortie le 8 décembre 2006.



Figure 4 : Extrait du jeu de Bowling (WiiSports, Nintendo)



Figure 5 : Extrait du jeu de Tennis (WiiSports, Nintendo)

c. Procédure

La procédure expérimentale consistait à recevoir le participant lors d'une séance d'inclusion, qui commençait par la signature du formulaire de consentement (Annexe 2). Après un bref recueil de données sociodémographiques (ANNEXE 3), une batterie de tests neuropsychologiques était administrée au sujet. A la fin de cette rencontre, il était proposé la création d'un avatar, outil indispensable pour l'enregistrement des résultats au cours des séances suivantes. L'exercice permettait également une première prise en main de la Wiimote, et un moment de détente après la passation des tests neuropsychologiques.

La suite du protocole comprenait quatre sessions de jeu, à raison d'une session par semaine. Dans la pratique, le délai séparant deux sessions était variable compte tenu des aléas de la vie quotidienne de nos participants. Chaque session se déroulait de la manière suivante : le participant sélectionnait son avatar et réalisait deux parties de chacun des jeux choisis, en alternance. La séquence était donc la suivante : Bowling, Tennis, (Pause éventuelle), Bowling, Tennis. Les première et dernière séances de jeux se différençaient des autres par la passation du questionnaire de satisfaction à la fin de la séance.

d. *Description de la batterie de tests neuropsychologiques :*

Les différents tests utilisés ont été choisis selon une correspondance « à priori » avec les capacités cognitives mobilisées dans les jeux vidéo concernés d'une part, mais aussi selon une volonté des expérimentateurs de minimiser l'impact négatif des tests sur les participants, en particulier ceux les plus diminués sur le plan cognitif. Il en résulte une sélection de tests particulièrement orientés sur les sphères exécutives et attentionnelles, dont la durée de passation totale ne dépasse pas une heure.

Avant de décrire brièvement chacun des tests utilisés, les critères de sélection des tests nous permettent de pointer l'absence d'évaluation d'un domaine notable, soit la mémoire épisodique. Ce choix peut paraître étrange, voir lacunaire, compte tenu de la problématique liée au vieillissement pathologique, mais est en réalité motivé par plusieurs raisons. La première tient des méthodes d'évaluation qui ne se traduit pas par un score unique, ou un nombre restreint d'indicateurs, mais qui nécessite l'interprétation de plusieurs composantes par un professionnel averti. Par ailleurs, les tests utilisés sont généralement fastidieux et génèrent facilement un sentiment d'échec chez les sujets les plus en difficultés. Enfin, la constitution des groupes expérimentaux est partiellement basée sur la présence ou l'absence d'un trouble mnésique ; dans ce contexte, il nous a paru à la fois plus pratique et plus déontologique d'éviter cette passation peu utile, afin de limiter la durée totale et l'impact affectif de la passation sur les sujets recrutés.

- Evaluation de l'efficacité cognitive globale à l'aide du ***Mini Mental State Examination (MMSE de Folstein & Folstein, 1975)*** : ce test de *screening* regroupe plusieurs sous-échelles (orientation temporelle et spatiale, rappel immédiat, attention, rappel différé, langage et praxies visuo-constructives) et permet à l'aide d'un score global de détecter l'existence de déficits cognitifs. Il n'a donc pas valeur diagnostique, mais sert surtout à justifier la passation d'un bilan neuropsychologique approfondi, et peut également fournir un très bon indicateur de suivi dans le cadre d'une pathologie évolutive. Sa large diffusion internationale en fait un étalon incontournable dans le domaine de la recherche impliquant un statut cognitif. Les normes utilisées dans le

cadre de cette étude sont celles issus des travaux de validation en français de Kalafat et ses collaborateurs (2003).

- La **Batterie Rapide d'Efficienc e Frontale (Dubois et al., 2000)** propose d'évaluer de manière globale les fonctions dites « frontales », en lien avec la localisation neuro-anatomique des fonctions concernées. Les sous-échelles comprennent donc des aspects essentiellement exécutifs avec les capacités d'abstraction, la flexibilité mentale, la programmation motrice, l'inhibition du réflexe de préhension, la sensibilité à l'interférence et le contrôle inhibiteur. Initialement validée en France par Dubois et ses collaborateurs (2000), elle propose un score global sur 18 points.
- Le ***Trail Making Test (TMT)*** a été initialement utilisé par l'armée américaine dans les années 40 (*War department, 1944*), avant d'être repris par Reitan (1955 et 1958), ainsi que dans un ouvrage de Heron & Chown (1967). Il s'agit d'une épreuve psychomotrice de prospection visuelle (*scanning*) permettant d'explorer les capacités attentionnelles et exécutives. Il comprend deux parties A et B, où il s'agit respectivement de relier des chiffres dans l'ordre croissant (A), et de relier alternativement des chiffres et des lettres (B). Il existe de nombreuses normes validées dans le monde ; nous retiendrons les normes établies par le GREFEX (Groupe de réflexion sur l'évaluation des fonctions exécutives, Godefroy et al., 2008), les plus récentes en France.
- Dans le domaine attentionnel, un test de barrage, **le test des cloches**, est utilisé (Gauthier et al., 1989). Dans cette épreuve, les sujets doivent entourer les cloches distribuées sur une feuille horizontale (format standard 21 × 29,7 cm), mêlées à des dessins distracteurs (autres objets simples). Dans cette épreuve, il y avait six variables principales, la colonne de la première cloche entourée, les omissions totales (gauches, droites et centrales), la différence des omissions

gauches et droites (OG - OD), les erreurs de sélection totales (faux positifs), la différence des erreurs gauches et droites (EG - ED) et le temps de passation.

- La mémoire de travail a été évaluée selon deux modalités de présentation de l'information, la modalité verbale et la modalité visuo-spatiale. Dans les deux cas, le nombre maximum d'éléments qui peut retenu à court terme (empan) est mesuré afin d'évaluer la mémoire à court-terme, tandis que l'administrateur central, selon le modèle de Baddeley (1996), est évalué par le rappel dans l'ordre inverse des éléments maintenus en mémoire à court terme. Le registre verbal est donc évalué grâce à l'**empan de chiffres direct**, et l'**empan de chiffres indirect**, tandis que le registre visuo-spatial est évalué grâce aux **blocs de Corsi** (Corsi, 1972) : le sujet doit rappeler, dans le même ordre (empan direct) ou dans l'ordre inverse (empan indirect) une série de cubes disposés aléatoirement sur une planche et montrés précédemment par l'examineur.
- Lesgnosies visuelles sont un domaine complexe en raison de nombreuses dissociations tant sur le plan clinique que sur le plan théorique. La **Visual Object and Space Perception Battery (VOSP)** est une batterie de huit tests spécifiques qui propose de couvrir les différents mécanismes à l'œuvre dans la perception d'un objet ou de l'espace. Deux des huit tests ont été choisis dans le cadre de cette expérience, à savoir l'épreuve de discrimination du fond et de la forme (repérer un grand X plus ou moins altéré sur un fond brouillé) et la localisation de nombres (estimer la position d'un point dans un carré vide par comparaison avec un carré rempli aléatoirement de chiffres). Tandis que le premier nous renseigne sur l'existence d'un trouble perceptif de bas niveau (test de screening), le second permet d'obtenir un indicateur de la qualité desgnosies visuelles.

- Les praxies gestuelles constituent également un domaine cognitif encore méconnu, où le lien entre les modèles théoriques et les observations cliniques ne sont pas toujours évidents. Il existe néanmoins des outils bien étalonnées qui permettent de détecter rapidement une apraxie gestuelle. Nous avons ici choisi la **Batterie Brève d'Evaluation des Praxies Gestuelles**, validée par l'équipe de Mahieux-Laurent (2008). Deux sous-échelles sollicitent la production de gestes par le patient sur demande de l'examineur (gestes symboliques et mimes d'action), tandis qu'une troisième sous-échelle implique l'imitation de gestes abstraits.

En considérant l'ensemble des tests choisis, nous pouvons distinguer deux types d'évaluation : certains tests sont des tests de contrôles ou de référence, ils ne servant qu'à vérifier l'absence de troubles (VOSP, Praxies gestuelles) ou à confirmer superficiellement le profil cognitif connu (MMSE), tandis que les autres tests sont associés à des performances (TMT, Empans verbaux et visuo-spatiaux, Barrage des Cloches), qui peuvent bien sur être comparées à des normes de validation, mais qui nous permettent dans le cadre de cette étude de comparer directement certaines aptitudes cognitives de nos sujets. La BREF est un cas un peu particulier dans cette batterie : sa construction la rapproche d'un test de dépistage similaire au MMSE (c'est d'ailleurs son objectif premier), mais dans la mesure où le recrutement a été réalisé sur la base du diagnostic seul, elle a constitué un indicateur précieux des différences existant entre nos participants, en terme d'efficacité du contrôle exécutif.

3. Recueil des données

Cette expérience a donné lieu au recueil d'un grand nombre de variables. Outre les données sociodémographiques et les résultats des tests neuropsychologiques, les enregistrements vidéo des sessions de jeu ont été analysés grâce au logiciel *The Observer* (Noldus), afin de faciliter l'observation comportementale (Figure 6). De manière conventionnelle, il a été décidé d'analyser les premières et dernières parties afin d'optimiser la mise en évidence des effets recherchés. Par ailleurs, certains indicateurs rendent compte d'un niveau final au terme de l'expérience, sans être attaché à l'une ou l'autre des séances concernées.

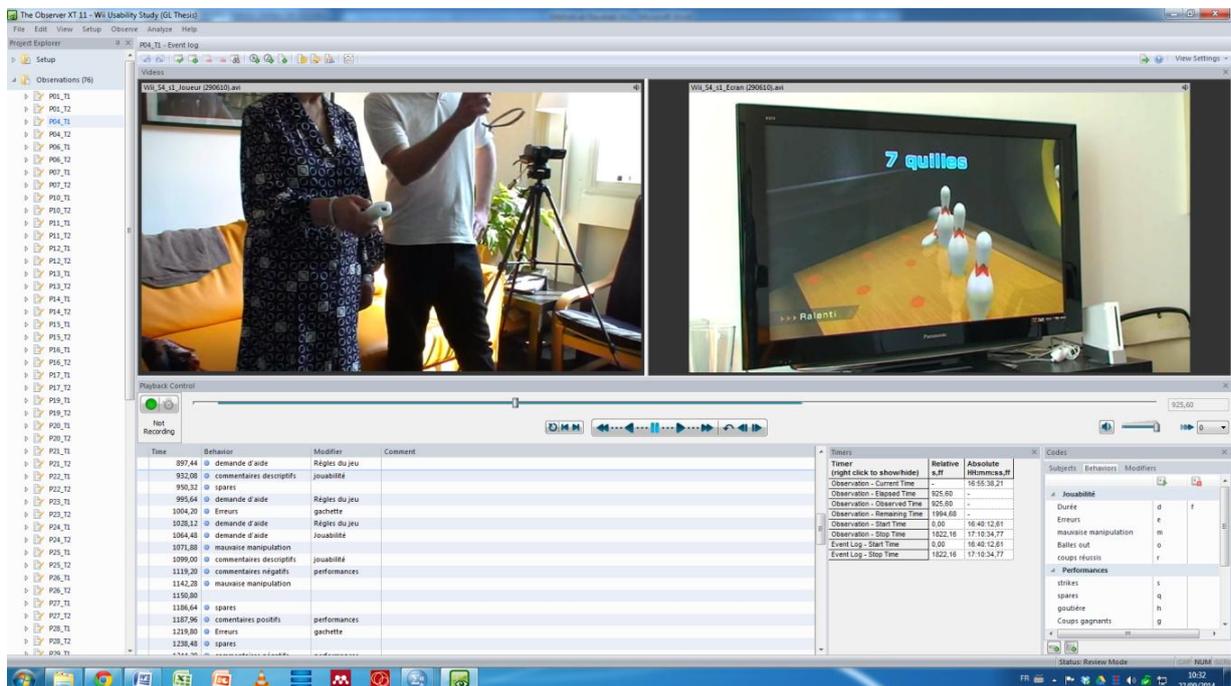


Figure 6 : Extrait du logiciel *The Observer* (Noldus)

a. *Evaluation des performances*

Un premier set de critères comprenait les indicateurs de performances dans le jeu. Ces indicateurs correspondaient aux facteurs de réussite, ou d'échecs, des jeux eux-mêmes. La proximité des deux jeux proposés avec le sport simulé (Bowling et Tennis) incluait le calcul des scores dans les deux cas pour chaque partie, mais aussi un score d'expérience basé sur l'amélioration des performances au fur et à mesure des parties.

- **Bowling** : Record, expérience cumulée à la fin de l'étude, nombre de *Spare*¹ réalisés dans les premières et dernières parties, nombre de *Strike*² réalisés dans les premières et dernières parties, nombre de boules dans la gouttière lors des premières et dernières parties
- **Tennis** : Nombre Total de parties gagnées, Nombre Total de jeux gagnés, expérience cumulée à la fin de l'étude, nombre de points perdus dans les premières et dernières parties, nombre de points gagnés dans les premières et dernières parties.

b. *Evaluation de l'utilisabilité*

Cet ensemble de variables constituait le cœur de nos hypothèses en proposant d'explorer des comportements qui ne sont pas pris en compte dans le jeu. De la même manière, certaines de ces variables sont propres à la première ou à la dernière partie, tandis que d'autres sont applicables à l'ensemble de l'apprentissage proposé.

- **Bowling** (chaque variable est considérée pour la première et la dernière partie) : Nombre d'erreurs du au maintien de la gâchette, Nombre d'erreurs de manipulation (i.e. pressions involontaires de la gâchette), Durée de la partie de Bowling en secondes.

¹ *Spare* : le joueur fait tomber les 10 quilles au terme des deux essais qui lui sont proposés.

² *Strike* : le joueur fait tomber les 10 quilles lors du premier essai qui lui est proposé.

- **Tennis** (chaque variable est considérée pour la première et la dernière partie) : Nombre de fois où le joueur n'exécute aucun geste au moment voulu, Nombre d'erreurs dues à l'absence de reconnaissance du geste, Nombre d'erreurs temporelles (décalage entre l'action dans le jeu et le geste), Nombre d'erreurs au service, Nombre total d'erreurs, Nombre de balles hors jeu, nombre de balles renvoyées, durée de la partie de Tennis en secondes.

c. Evaluation quantitative de la médiation entre le joueur et l'expérimentateur

Un certain nombre d'interactions entre le joueur et l'expérimentateur a été constaté au fil des passations. Nous avons donc créé cet ensemble de données avec l'objectif exploratoire d'évaluer l'évolution de ces interactions par rapport à l'évolution des performances et des critères comportementaux d'utilisabilité.

Trois grands groupes d'interaction ont été identifiés : les demandes d'aides formulées par les participants, les interventions spontanées de l'expérimentateur et les commentaires pondérés affectivement exprimés par le joueur. Dans ce dernier cas, nous avons distingué les commentaires négatifs et ceux positifs.

Pour chacun des ces groupes, nous avons également considéré les sujets cibles de l'interaction : la jouabilité, les performances, la stratégie, l'activité elle-même et l'activité réelle. Le nombre total d'interactions dans chaque groupe a également été pris en compte, et les mesures étaient répétées pour les premières et dernières parties, et pour chacun des deux jeux.

4. Analyse des résultats

a. *Description des données sociodémographiques*

Avant d'aborder l'étude des variables expérimentales, il paraissait pertinent d'anticiper un éventuel impact des facteurs sociodémographiques. Nous disposons de trois facteurs exploitables : l'âge, le niveau socioculturel (NSC, exprimé en nombre d'années d'études) et l'expérience antérieure avec les jeux vidéo (exprimé sur une échelle de 1 à 4, de *jamais* à *très régulièrement*). Le facteur de la latéralité a été écarté en raison de la présence d'un unique participant gaucher ; la répartition des genres entre chaque groupe est également problématique en raison d'un très faible nombre de participants masculins parmi l'ensemble des sujets, et d'un fort déséquilibre entre la répartition observée chez les jeunes adultes (55%) et celles observées dans les deux groupes de personnes âgées (7% et 25%). Ce dernier facteur sera donc considéré comme une variable indépendante, au même titre que le facteur du groupe (ANNEXE 4).

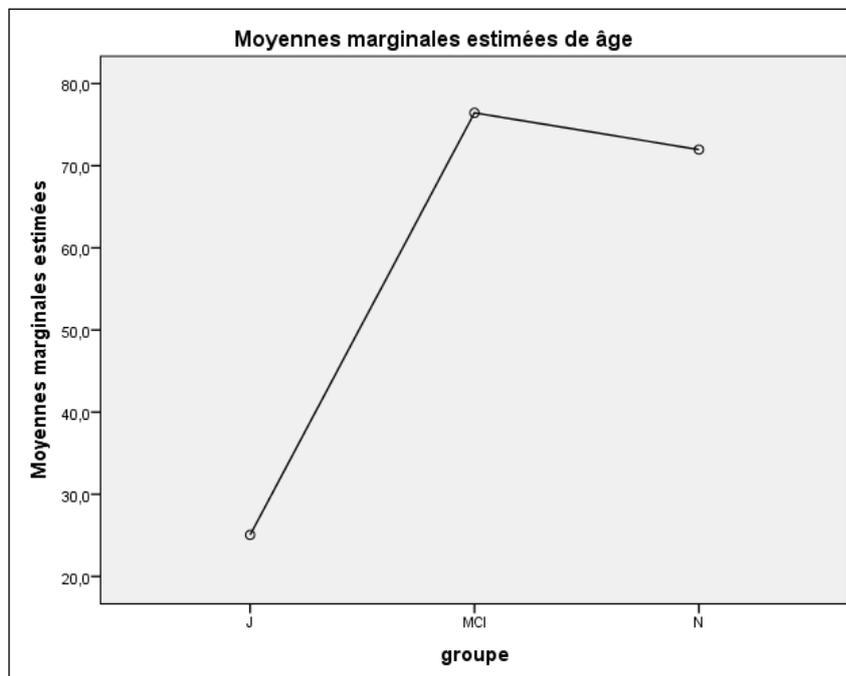


Figure 7 : Moyennes d'âges par groupe

De manière attendue, le groupe a un effet sur l'âge puisque le protocole expérimental incluait un groupe contrôle de jeunes adultes ($F_{2,29} = 142,63$; $p < .001$). Concrètement, Le groupe des sujets jeunes est significativement plus jeune en moyenne que les groupes de sujets âgés sans troubles (46,91 ans d'écart en moyenne ; $p < .001$) et le groupes des sujets âgés présentant un MCI (51,39 ans d'écart en moyenne ; $p < .001$). La différence d'âge moyen entre les deux groupes de seniors est de 4,83 ans et n'est pas significative (Figure 7).

De même, nous avons constaté que le groupe a une influence significative sur le niveau d'expérience antérieure ($F_{2,29} = 7,81$; $p < .01$) : l'expérience moyenne des sujets jeunes est de $3,22 \pm 0,83$, soit une expérience plutôt régulière en moyenne, contre $1,93 \pm 0,83$ chez les sujets âgés contrôles et $1,83 \pm 0,93$ chez les sujets MCI, soit une expérience limitée à de rares occasions en moyenne dans les deux cas (Figure 8). Seuls la différence entre l'expérience moyenne des sujets jeunes et celle des sujets âgés MCI est significative ($p < .01$).

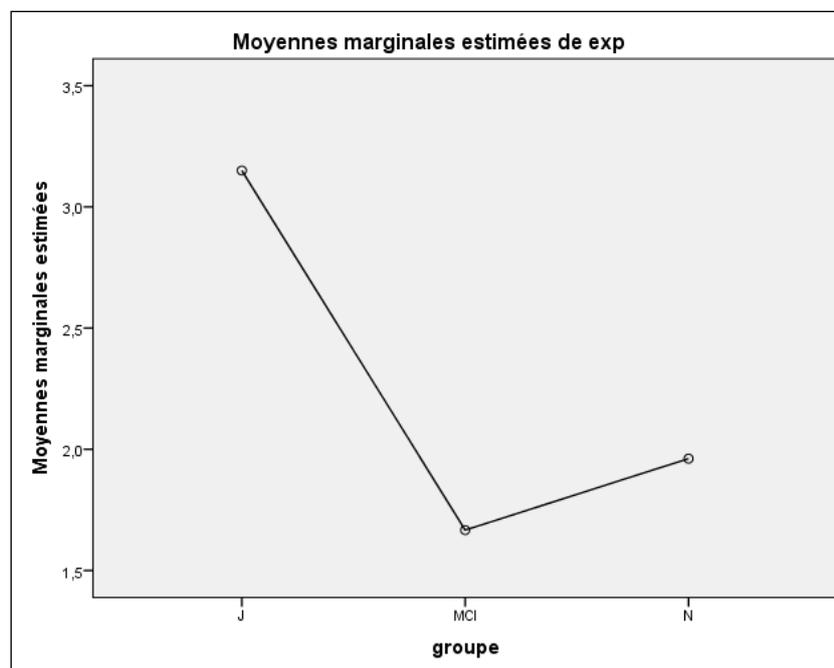


Figure 8 : Expérience antérieure moyenne (de 1 à 4)

En revanche, le groupe n'a pas d'effet significatif sur le NSC ($F_{2,29} = 1,61$; NS). Nous avons constaté néanmoins un écart de quatre années environ entre les sujets jeunes ($M = 17,44$ années d'études $\pm 3,81$) et les sujets âgés ($M_{MCI} = 13,58$ années $\pm 4,6$; $M_N = 13,57$ années $\pm 2,87$). En pratique, un tel écart, qu'il soit significatif ou non, ne devait pas avoir un impact sur nos résultats si nous prenons en compte les différences générationnelles en termes de temps de scolarité, le baccalauréat étant effectivement plus indispensable de nos jours qu'il ne l'était 50 ans auparavant. D'un point de vue descriptif, Le NSC de nos participants tous âges confondus était plutôt élevé, se traduisant par plusieurs années d'études supérieures et/ou un statut socioprofessionnel relativement élevé (Figure 9).

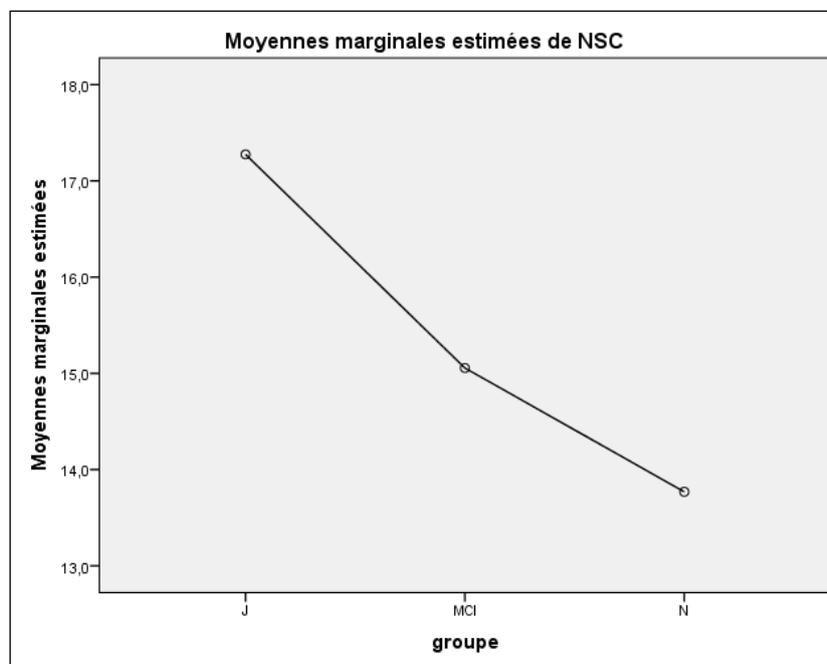


Figure 9 : NSC moyen (en nombre d'années d'études)

Le facteur du genre ne révèle en revanche aucun résultat significatif, que ce soit sur l'âge ($F < 1$; NS), sur le NSC ($F_{1,29} = 3,63$; NS) ou sur l'expérience antérieure ($F < 1$; NS). L'étude de l'interaction entre l'effet du groupe et celui du sexe sur les variables concernées n'est par conséquent pas pertinente.

b. Profils neuropsychologiques

Dans cette seconde partie, nous nous sommes intéressés au profil cognitif de nos sujets (ANNEXE 6). En ce qui concerne l'efficacité cognitive globale, il existait une différence significative entre les moyennes du score obtenu au MMSE par les différents groupes ($F_{2,32} = 5,69$; $p < .01$). L'analyse des contrastes intergroupes a révélé une différence significative ($p < .01$) entre le score moyen obtenu par les sujets jeunes ($M = 30$ points) et celui obtenu par les sujets âgés MCI ($M = 28$ points $\pm 1,91$). Le score moyen des sujets âgés sans troubles est de 29,07 points $\pm 1,21$ et ne diffère significativement avec aucune des autres moyennes (Figure 10).

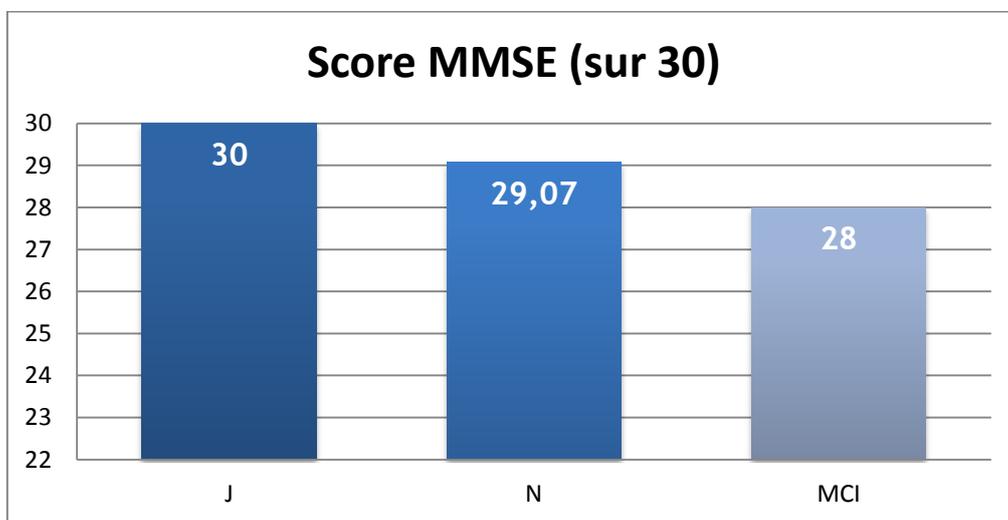


Figure 10 : Score moyen obtenu au MMSE (sur 30)

En ce qui concerne la mémoire de travail verbale (Figure 11), l'analyse de la variance n'a pas révélé de différences significatives entre les empan directs moyens de chaque groupe, mais nous avons observé un effet significatif du groupe expérimental sur la mesure de l'empan indirect ($F_{2,32} = 3,46$; $p < .05$), ainsi que sur la différence entre les deux empan ($F_{2,32} = 4,12$; $p < .01$). L'analyse par contrastes confirme un écart de 1,39 item en moyenne entre l'empan moyen des sujets jeunes et celui des sujets âgés MCI, cette différence étant significative au seuil .05. De manière logique, nous retrouvons au niveau de la moyenne des différences observées entre l'empan direct et l'empan indirect un écart significatif ($p < .05$) entre le groupe des sujets jeunes ($M_{\text{Diff}} = 0,22 \pm 1,2$) et celui des sujets âgés MCI ($M_{\text{Diff}} = 1,92 \pm 1,16$).

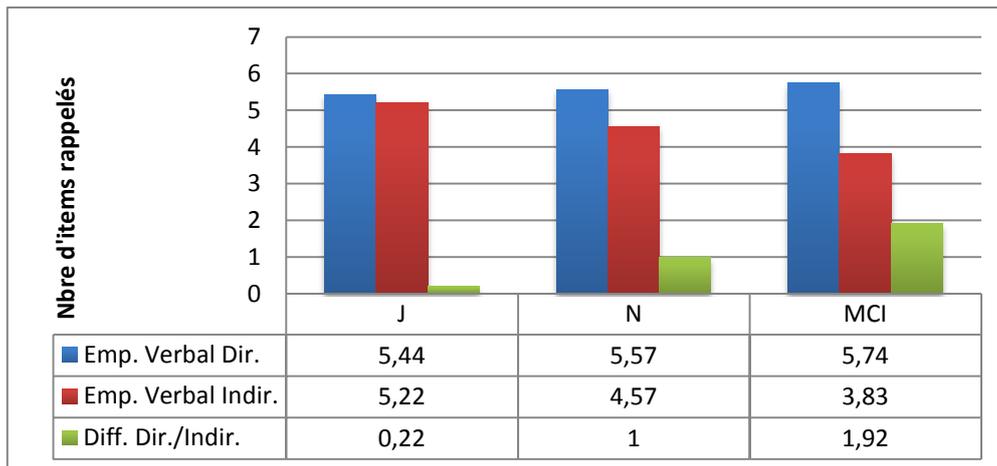


Figure 11 : Moyenne des empan verbaux direct et indirect + différence moyenne

Etonnamment, nous n'avons pas retrouvé des différences similaires dans le domaine de la mémoire de travail visuo-spatiale, malgré un effet significatif du groupe sur l'empan indirect moyen mesuré dans l'épreuve des blocs de Corsi ($F_{2,32} = 4,13$; $p < .05$). Les différentes combinaisons de comparaison des moyennes de groupes deux-à-deux nous a montré en effet qu'il existait un écart significatif ($p < .05$) entre l'empan spatial indirect moyen obtenu par les sujets jeunes ($M = 6,11$ items $\pm 0,93$) et celui obtenu par les sujets âgés sans troubles ($M = 4,86$ items $\pm 1,03$), alors que la moyenne obtenue par le groupe des sujets MCI ($M = 5,08$ items $\pm 1,16$) ne diffère significativement avec aucune des moyennes observées dans les deux autres groupes (Figure 12).

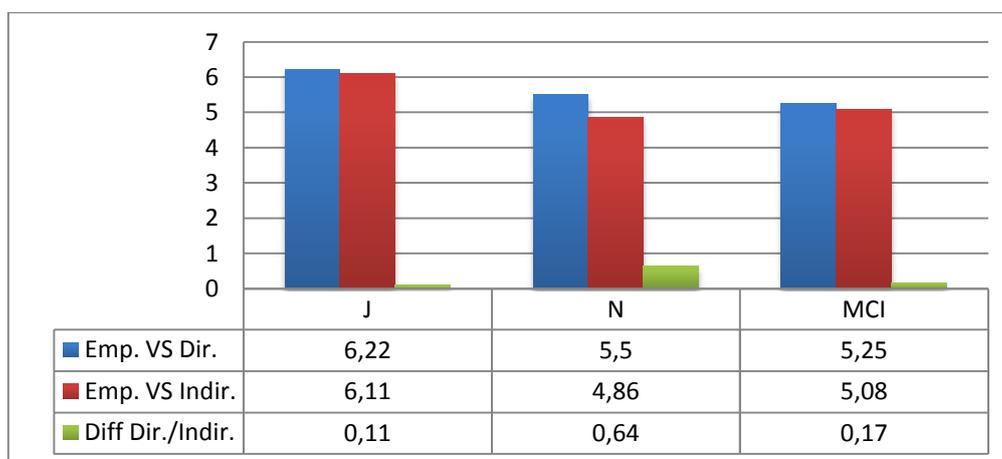


Figure 12 : Moyenne des empan spatiaux

L'analyse du temps d'exécution à l'épreuve du *Trail Making Test* a révélé un effet significatif du groupe ($F_{2,32} = 6,39$; $p < .01$). Cette différence concernait plus particulièrement un ralentissement significatif dans la réalisation de la partie A par les sujets MCI d'une part ($M = 44,83$ secondes $\pm 19,63$; $p < .01$) et par les sujets âgés contrôles d'autre part ($M = 39,71$ secondes $\pm 9,26$; $p < .05$) en comparaison avec les sujets jeunes ($M = 24,67$ secondes $\pm 4,27$). L'écart mesuré entre les sujets sains et les sujets MCI n'était pas significatif (Figure 13).

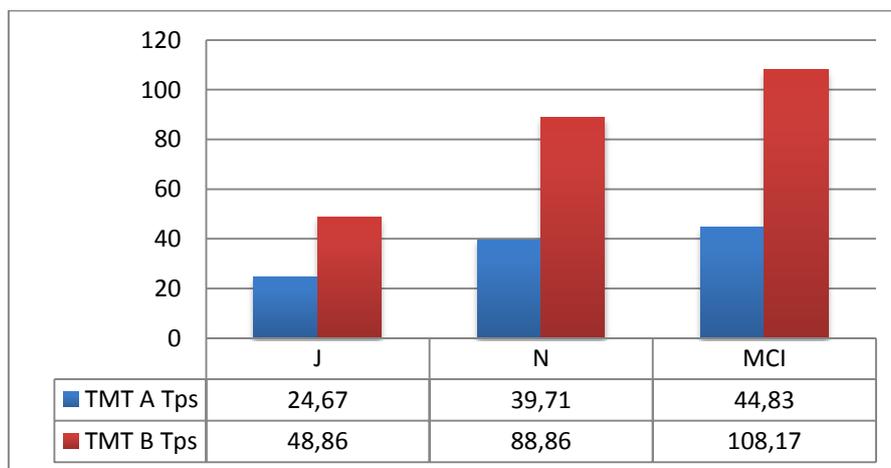


Figure 13 : Moyenne des temps d'exécution au TMT

Le temps d'exécution de la partie était également affecté par l'appartenance au groupe expérimental ($F_{2,32} = 10,72$; $p < .001$). A nouveau, les sujets jeunes ont réalisé la partie B ($M = 48,89$ secondes $\pm 14,39$) significativement plus rapidement que les sujets âgés sains ($M = 88,86$ secondes $\pm 25,4$; $p < .01$) ou les sujets MCI ($M = 108,17$ secondes $\pm 39,78$) ; $p < .001$), la différence entre les deux groupes de sujets âgés n'étant toujours pas significative (Figure 13).

Concernant l'effet du groupe sur la moyenne des erreurs commises durant l'épreuve du TMT (Figure 14)., aucun effet significatif n'a été constaté sur la partie A ($F_{2,32} = 1,17$; NS) mais l'effet sur la moyenne des erreurs commises durant la partie B s'est révélé significatif ($F_{2,32} = 3,45$; $p < .05$). Cet effet concernait plus précisément la différence significative ($p < .05$) constatée entre la moyenne obtenue

par les sujets jeunes ($M = 0$ erreur) et celle obtenue par les sujets MCI ($M = 0,58$ erreurs $\pm 0,67$)

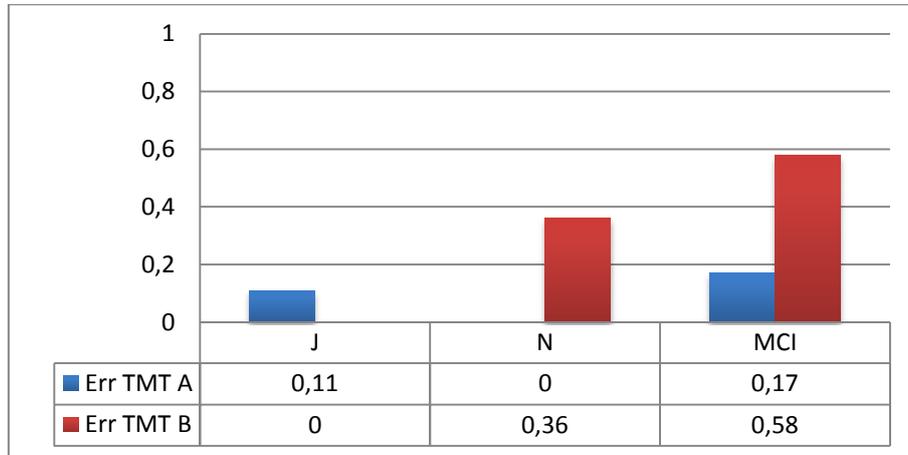


Figure 14 : Effet du groupe sur la moyenne des erreurs au TMT

Les analyses ont également montré une influence du groupe expérimental sur une dernière variable, le score de BREF ($F_{2,32} = 7,42$; $p < .01$). Cette différence était à nouveau constatée ($p < .01$) entre le score moyen obtenu par les sujets jeunes ($M = 18$ points) et celui obtenu par les sujets MCI ($M = 16,08$ points $\pm 1,68$). Aucune différence significative n'a été constatée entre les deux groupes de sujets âgés (Figure 15).

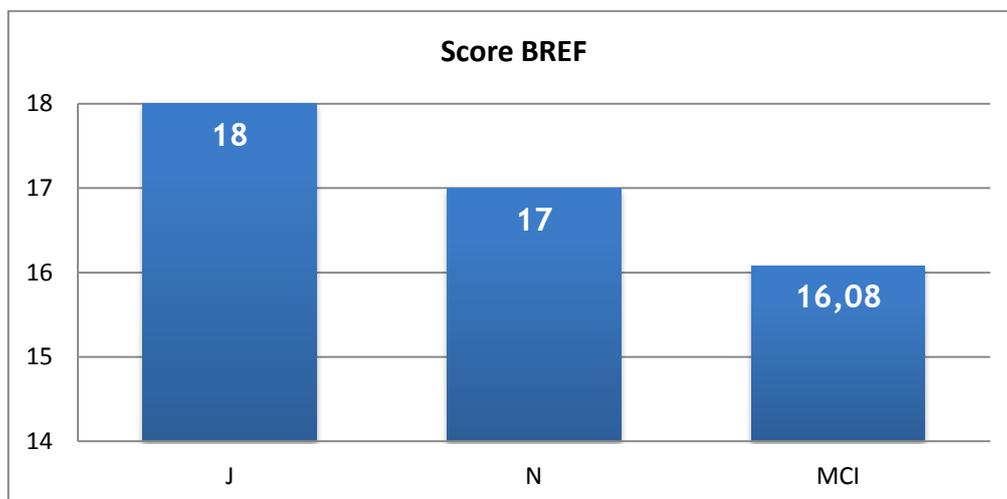


Figure 15 : Score moyen obtenu à la BREF (sur 18)

Le groupe expérimental n'a montré aucune influence sur les autres variables neuropsychologiques considérées, à savoir les deux sub-tests de la VOSP, le barrage de cloches et l'évaluation des praxies gestuelles. Si ce résultat était attendu pour la VOSP et les praxies gestuelles dans la mesure où ces tests évaluent des capacités très stables dans le vieillissement normal ou modérément pathologique, nous pouvions nous attendre à un effet plus marqué sur l'épreuve de barrage, très sensible en théorie à une atteinte des ressources attentionnelles.

D'un point de vue descriptif, les tests ont mis en évidence le continuum qui existe dans le vieillissement cognitif. Les sujets MCI tendaient à montrer des performances légèrement inférieures à celles des sujets âgés sains, mais ces écarts n'étaient jamais significatifs. De même, si les sujets jeunes étaient plus performants d'un point de vue descriptif, cet écart ne s'est exprimé statistiquement qu'avec les sujets MCI, à l'exception notable de l'empan spatial indirect. Seule l'épreuve chronométrée du TMT a confirmé un ralentissement significatif de la vitesse de traitement avec l'âge.

c. Analyse des Performances Globales

Les performances globales concernaient les variables qui rendaient compte d'une évaluation finale des performances. Les variables concernées étaient le meilleur score obtenu au cours des huit parties de Bowling, le nombre total de matchs et de jeux gagnés au Tennis, ainsi que l'expérience finale fournie par le jeu.

Le premier résultat a montré un effet significatif du groupe sur le record obtenu au Bowling ($F_{2,32} = 3,58$; $p < .05$). En moyenne, les sujets âgés sains ont obtenu un record ($M = 167,79$ points $\pm 21,45$) significativement moins élevé ($p < .05$) que les sujets jeunes ($M = 196,11$ points $\pm 26,34$), mais aucune différence significative n'a été constatée entre les sujets MCI ($M = 173,25$ points $\pm 28,94$) et les deux autres groupes (Figure 16).

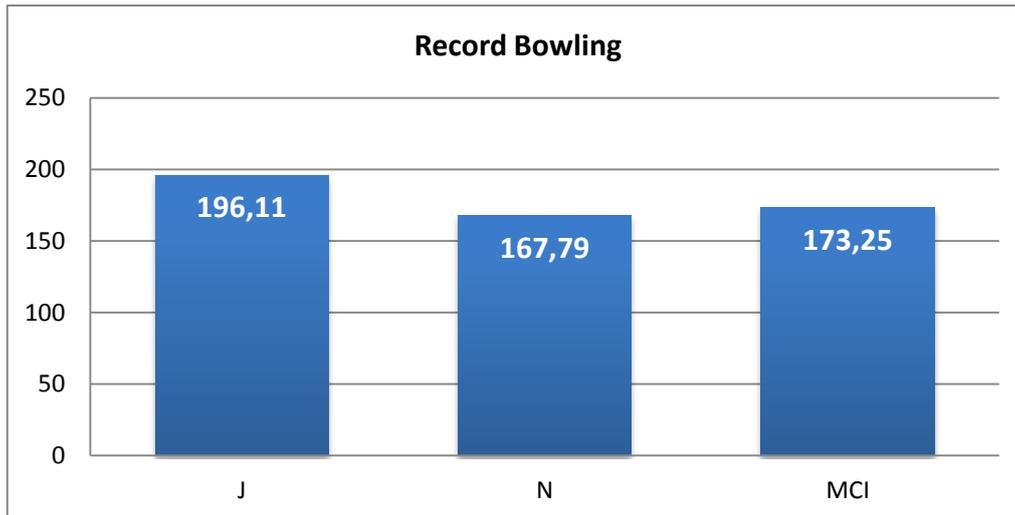


Figure 16 : Effet du groupe sur le record obtenu au bowling

Au tennis, nous nous sommes intéressés au nombre total de matchs gagnés d'une part et au nombre total de jeux gagnés d'autre part (Figure 17). Le groupe expérimental a une influence significative sur les deux variables (respectivement $F_{2,32} = 16,51$; $p < .001$ et $F_{2,32} = 180,4$; $p < .001$). Concernant le nombre de matchs gagnés, l'avantage des sujets jeunes ($M = 4,3$ matchs gagnés $\pm 1,73$) sur les sujets âgés sains ($M = 1$ match gagné $\pm 1,71$) et les sujets âgés MCI (1 match gagné $\pm 0,95$) est significatif dans les deux cas ($p < .001$).

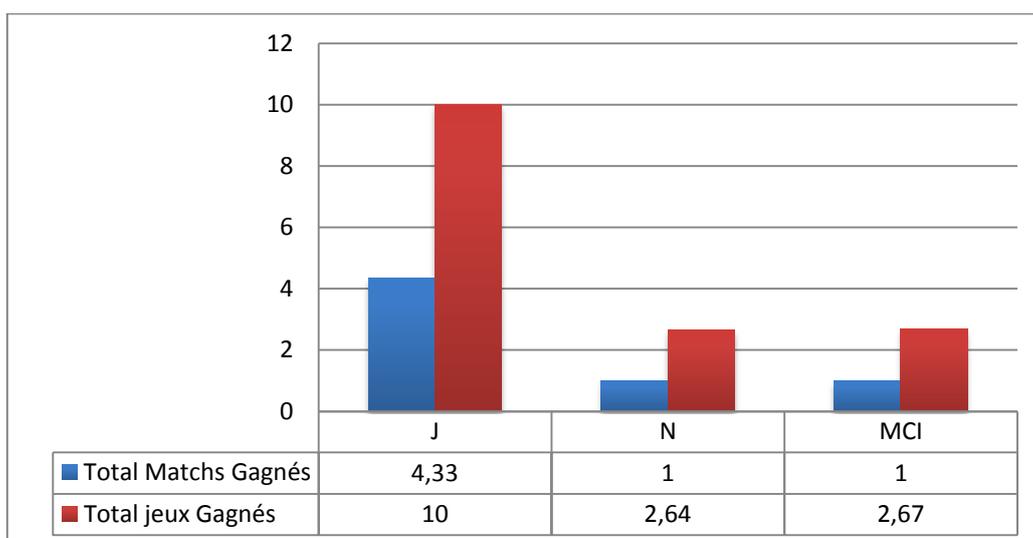


Figure 17 : Moyenne des matchs et des jeux gagnés au tennis

Nous avons logiquement observé un résultat similaire pour le nombre de jeux gagnés, avec un avantage des sujets jeunes ($M = 10$ jeux gagnés $\pm 3,61$) sur les sujets âgés sains ($M = 2,64$ jeux gagnés $\pm 3,56$) et MCI ($M = 2,67$ jeux gagnés $\pm 2,27$) significatifs dans les deux cas au seuil .001 (Figure 17).

Concernant l'expérience accumulée au fil des parties de chacun des jeux, l'influence du groupe s'est avérée significative pour l'expérience acquise au Tennis ($F_{2,32} = 21,02$; $p < .001$), mais pas pour celle acquise au Bowling, malgré une tendance discrète ($F_{2,32} = 3,04$; $p = 0,62$ NS).

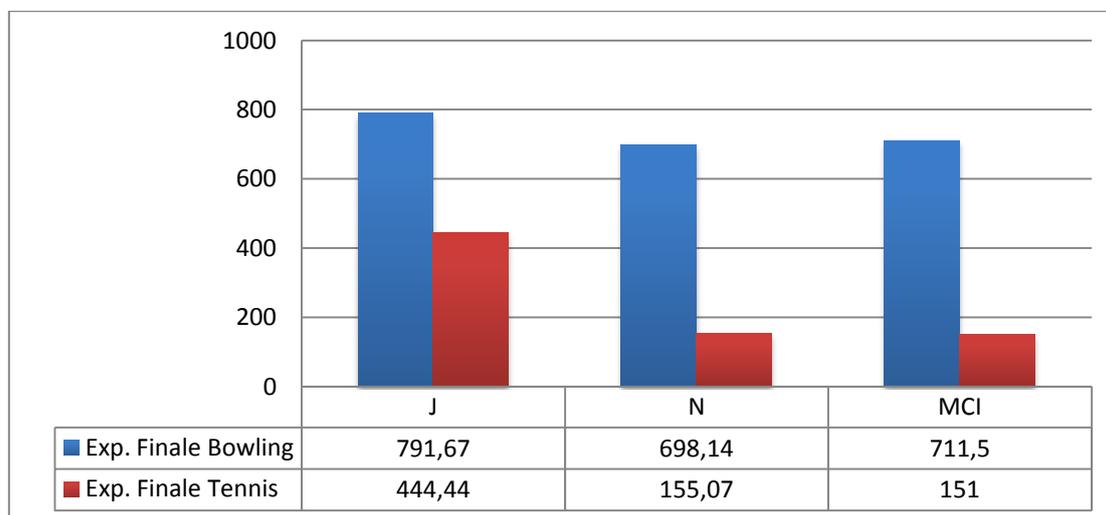


Figure 18 : Effet du groupe sur l'expérience finale au Bowling et au Tennis

Dans les deux jeux, nous avons pu observer une expérience plus importante pour les sujets jeunes que pour les sujets âgés, les résultats étant très similaires entre les deux groupes de sujets âgés. Cet écart était néanmoins beaucoup plus spectaculaire dans le cas du Tennis, conformément aux résultats de l'analyse de la Variance : l'expérience moyenne acquise par les sujets jeunes ($M = 444,44$ points $\pm 134,83$) est plus de deux fois supérieure à celle obtenue par les sujets âgés sains ($M = 155,07$ points $\pm 126,22$) et celle obtenue par les sujets âgés MCI ($M = 151$ points $\pm 84,83$) ; ces deux écarts étaient significatifs au seuil .001 (Figure 18).

Du point de vue des performances globales, les sujets jeunes ont donc fini l'expérience avec de meilleurs résultats que les deux groupes de sujets âgés ; les sujets âgés ont obtenu en revanche des résultats très proches, indépendamment de leur profil cognitif. Un indicateur a néanmoins révélé la capacité des sujets âgés à se rapprocher de leurs jeunes collègues, soit l'expérience acquise au bowling. Si les sujets jeunes restent plus performants, les différences sont plus discrètes et ne s'avèrent pas significatives.

d. Analyse de l'amélioration des performances

Nous nous sommes focalisés dans cette section sur les effets de groupes, mais aussi sur l'effet de la session sur des variables relatives aux performances observées lors de la première et de la dernière partie jouée. Les effets d'interaction ont également été considérés le cas échéant (ANNEXES 7, 8 & 9).

Nous avons commencé par nous intéresser à l'évolution du score obtenu au Bowling entre la première et la dernière partie. Nous avons tout d'abord découvert un effet de la partie considérée ($F_{1,31} = 27,38$; $p < .001$) ; l'analyse des intervalles de confiance a confirmé que cette amélioration du score était valable pour chaque groupe au seuil .05. En revanche, l'effet du groupe n'est pas significatif ($F_{2,31} = 2,88$; NS) : malgré une différence significative observée lors de la dernière partie en faveur des sujets jeunes par rapport aux sujets âgés sains et MCI ($F_{2,31} = 4,61$; $p < .05$), les scores moyens obtenus lors de la première partie sont très proches d'un point de vue descriptif, ce qui est confirmé par l'analyse inférentielle ($F < 1$; NS).

Malgré la présence d'une interaction qui suggère un effet d'entraînement plus marqué pour les sujets jeunes, cette dernière n'est pas significative ($F_{2,31} = 2,72$; NS). Au vu des résultats, l'ensemble des sujets a profité de l'entraînement ; si les trois groupes ont commencé l'expérience avec des scores similaires, les sujets jeunes obtiennent des résultats significativement supérieurs à ceux des sujets âgés à la fin de l'expérience (Figure 19).

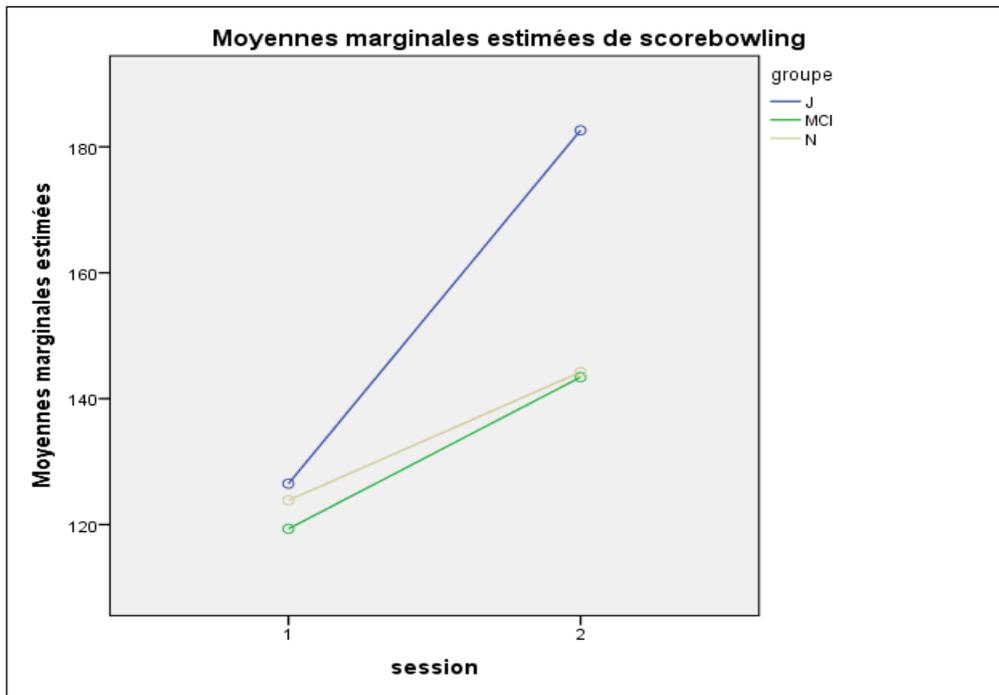


Figure 19 : Interaction des effets de groupe et d'apprentissage sur le score au bowling

En ce qui concerne le nombre de *saves* réalisés, nous avons constaté un effet significatif de la partie ($F_{1,31} = 10,22$; $p < .01$). Ce constat a été confirmé pour les sujets âgés, sains et MCI, au seuil de .05, mais pas pour les sujets jeunes (NS). L'effet du groupe n'était en revanche pas significatif ($F < 1$; NS), ni celui de l'interaction ($D < 1$; NS). D'un point de vue descriptif, l'ensemble des sujets a profité de l'entraînement de manière équivalente, avec une augmentation parallèle du nombre de *saves* réalisés entre les deux parties (Figure 20).

Nous avons observé des résultats sensiblement différents pour le nombre de *strikes* : si l'effet d'apprentissage est resté significatif ($D_{1,31} = 12,90$; $p < .01$), il ne s'est appliqué en réalité qu'aux sujets jeunes, au seuil de .05. L'amélioration moins importante qui a été observée pour les sujets âgés dans les deux groupes considérés n'était donc pas significative. L'effet du groupe n'était pas non plus significatif ($F_{2,31} = 2,04$; NS) : la très faible différence observée entre les groupes à la première expérience n'était donc pas significative ($F < 1$; NS), alors que l'écart observé lors de la dernière partie était significatif ($D_{1,31} = 3,95$; $p < .05$). Cette différence est en faveur des sujets jeunes qui réalisent un nombre de *strikes* significativement plus élevé que ceux réalisés par les sujets âgés MCI lors de la dernière partie ($p < .05$). En revanche, l'interaction des facteurs groupe et

apprentissage s'est révélée significative ($D_{2,31} = 3,93$; $p < .05$) : ainsi, les résultats de l'apprentissage, en nombre de *strikes*, sont plus importants pour les sujets jeunes que pour les sujets âgés (Figure 21).

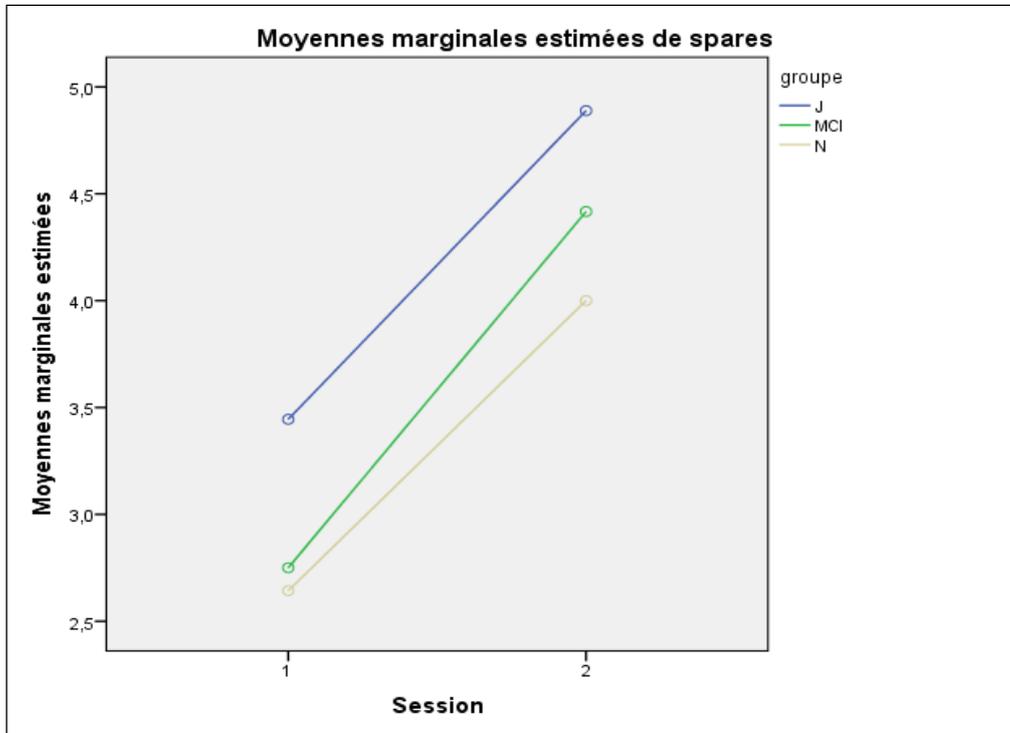


Figure 20 : Interaction des effets de groupe et d'apprentissage sur le nombre de spares

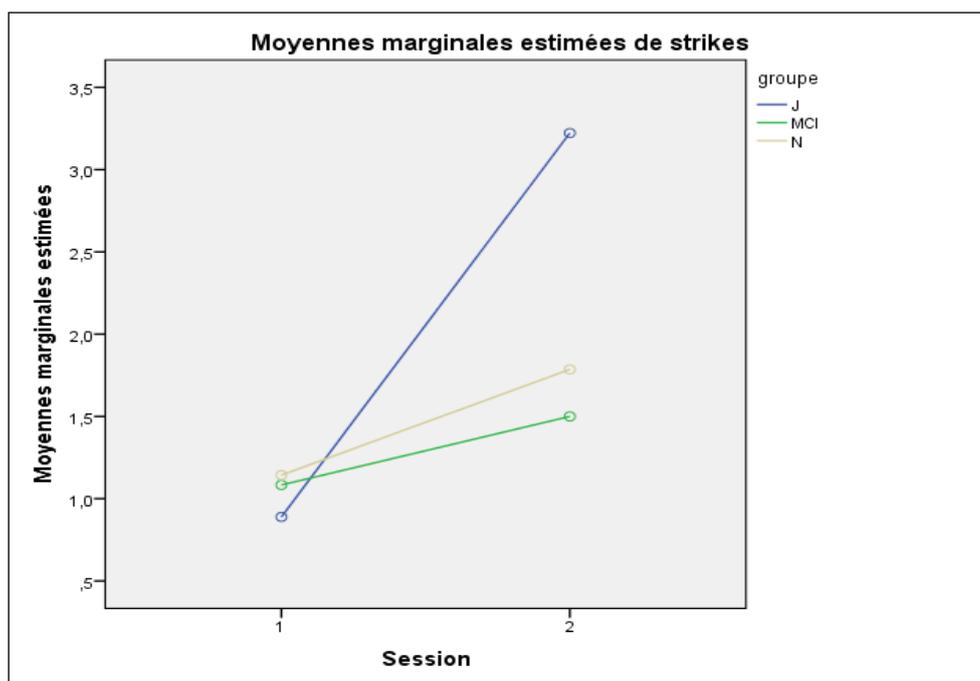


Figure 21 : Interaction des effets de groupe et d'apprentissage sur le nombre de strikes

Concernant le nombre de jeux gagnés au cours des parties de Tennis, nous n'avons pas constaté d'effets d'apprentissage significatifs ($D_{1,31} = 2,52$; NS). En revanche, il existait un effet du groupe important ($F_{2,31} = 16,13$; $p < .001$) : cet effet se traduisait par un nombre de jeux gagnés supérieurs pour les sujets jeunes supérieur au nombre de jeux gagnés par les sujets âgés sains ou MCI (différences significatives au seuil .001 pour les deux comparaisons considérées). Comme le graphique le suggère, aucune interaction significative n'a été observée ($F < 1$; NS) : le nombre de jeux gagnés augmente de manière similaire entre la première partie et la dernière pour chacun des trois groupes (Figure 22).

En ce qui concerne le nombre de points perdus durant les parties de Tennis, aucun effet significatif n'a été observé, que ce soit pour l'apprentissage ($F_{1,31} = 1,14$; NS), le groupe ($F_{2,31} = 2,77$; NS) ou l'interaction ($F < 1$, NS).

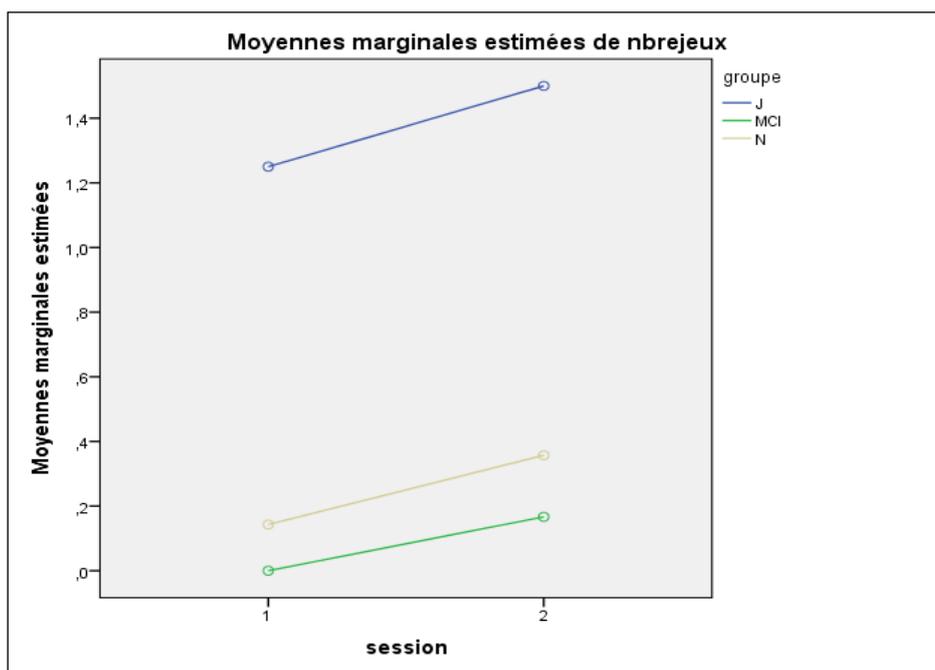


Figure 22 : Interaction des effets de groupe et d'apprentissage sur le nombre de jeux gagnés au Tennis

Les points gagnés augmentent significativement entre la première et la dernière partie ($F_{1,31} = 21,15$; $p < .001$) ; cet effet d'apprentissage est significatif au seuil .05 pour les deux groupes de sujets âgés, mais l'hypothèse nulle ne peut être rejetée pour le groupe de sujets jeunes. Ce résultat se traduit par une

amélioration moins importante pour les sujets jeunes entre les deux parties en comparaison avec les sujets âgés. Néanmoins, les sujets jeunes gagnent significativement plus de points que les sujets âgés ($F_{2,31} = 17,36$; $p < .001$). L'interaction entre les deux facteurs n'est pas significative ($F < 1$; NS) (Figure 23).

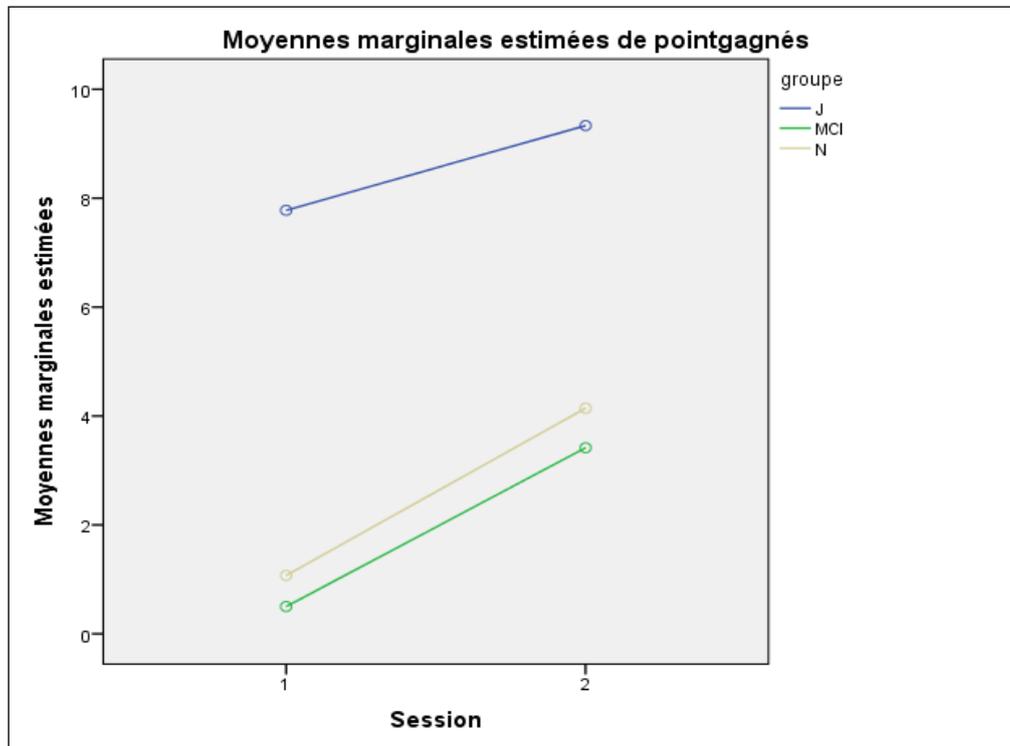


Figure 23 : Interaction des effets de groupe et d'apprentissage sur le nombre de points gagnés au Tennis

En conclusion de cette section, nous avons donc mis en évidence une amélioration des performances au bowling dans tous les groupes, mais l'entraînement a été plus profitable aux sujets jeunes. Les résultats montrent également que le nombre de strikes a évolué de manière parallèle avec le score obtenu : l'ensemble des sujets a donc commencé avec des performances similaires, mais les sujets jeunes ont obtenu des résultats bien supérieurs à ceux observés dans les deux groupes de personnes âgées.

Concernant le Tennis, les résultats ont montré des effets plus modérés de l'apprentissage de manière similaire pour les trois groupes, mais un écart significatif entre les performances moyennes obtenues par les sujets jeunes, et celles observées chez les sujets âgés.

e. Analyse comportementale

Du point de vue des performances, une certaine supériorité des sujets jeunes s'est dessinée au fil des résultats présentés précédemment. Il s'agit à présent d'analyser les données comportementales recueillies afin de savoir si les performances reflètent la jouabilité (ANNEXES 10 & 11).

Dans un premier temps, nous nous sommes intéressés au temps nécessaire pour effectuer une partie. Les parties de Bowling sont censées se dérouler plus rapidement avec l'entraînement, dans la mesure où elles sont moins ralenties par les erreurs ; les strikes contribuent également à raccourcir les parties dans la mesure où ils suppriment le deuxième essai de la manche. La durée des parties de Tennis est basée sur le nombre d'échanges : elle sera donc courte si un déséquilibre important existe entre le niveau des deux adversaires (joueur et console) ; elle s'allongera si les deux adversaires ont un niveau équivalent. La console réajuste par ailleurs fréquemment son niveau afin de proposer un challenge relativement constant au fil des parties (Figure 24).

En regardant l'évolution de la durée des parties de Bowling, une diminution significative est observée entre les deux parties ($F_{1,31} = 35,62$; $p < .001$) : cet effet concernait les deux groupes de sujets pour lesquels la diminution de la durée d'une partie était significative au seuil .05, tandis que le temps gagné par les sujets jeunes était beaucoup plus restreint (NS). Cela s'expliquait en partie par l'effet du groupe observé sur cette variable, significatif au seuil .001 ($F_{2,32} = 14,34$). En moyenne, le temps d'une partie de Bowling complétée par un sujet âgé était plus élevé que celui nécessaire aux sujets jeunes (écart significatif au seuil .001 pour les groupes sains et MCI). L'interaction entre les deux facteurs était également significative ($F_{2,32} = 4,49$; $p < .05$) : la durée de réalisation d'une partie de bowling diminue de manière plus importante durant l'entraînement chez les sujets âgés, indépendamment de leur statut cognitif, que pour les sujets jeunes (Figure 24).

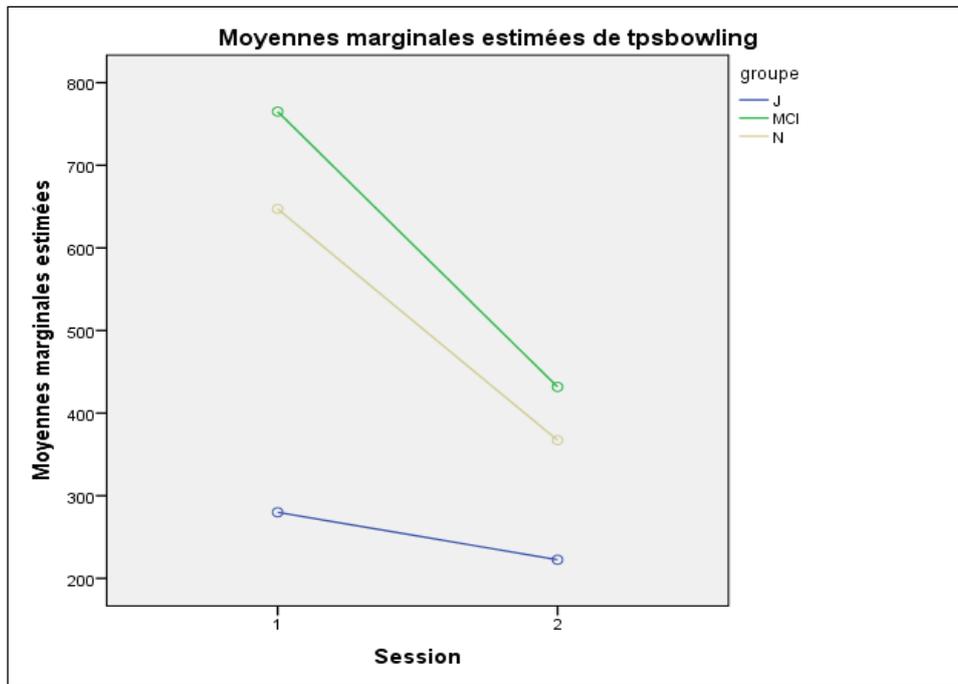


Figure 24 : Interaction des effets du groupe et d'apprentissage sur le temps d'une partie de Bowling

Malgré une analyse descriptive prometteuse, aucun des effets étudiés sur la diminution du nombre d'erreurs liées à un mauvais relâchement de la gâchette ne s'est révélé significatif, que ce soit l'effet de l'apprentissage ($F_{1,32} = 3,56$; NS), celui du groupe ($F_{2,32} = 1,17$; NS), ou l'interaction entre les deux facteurs ($F_{2,32} = 1,46$; NS). La diminution du nombre d'erreurs liées à la gâchette entre les deux parties réalisées par les sujets âgés sains est néanmoins significative au seuil .05 d'après l'analyse des intervalles de confiance. D'un point de vue descriptif, ce type d'erreurs était plus beaucoup plus élevé chez les sujets âgés que chez les sujets jeunes lors de la première partie, mais l'écart diminue au point de disparaître lors de la dernière partie (Figure 25).

L'analyse de la durée des parties de Tennis a révélé une tendance non significative de cette durée à augmenter avec l'entraînement ($F_{1,32} = 3,98$; $p = .054$). Le groupe n'a pas montré d'influence significative sur la durée des parties de Tennis ($F < 1$; NS), malgré une durée légèrement supérieure chez les sujets jeunes. L'évolution du temps de partie était relativement similaire pour les trois groupes, ce qu'a confirmé l'analyse inférentielle de l'interaction, non significative ($F < 1$) (Figure 26).

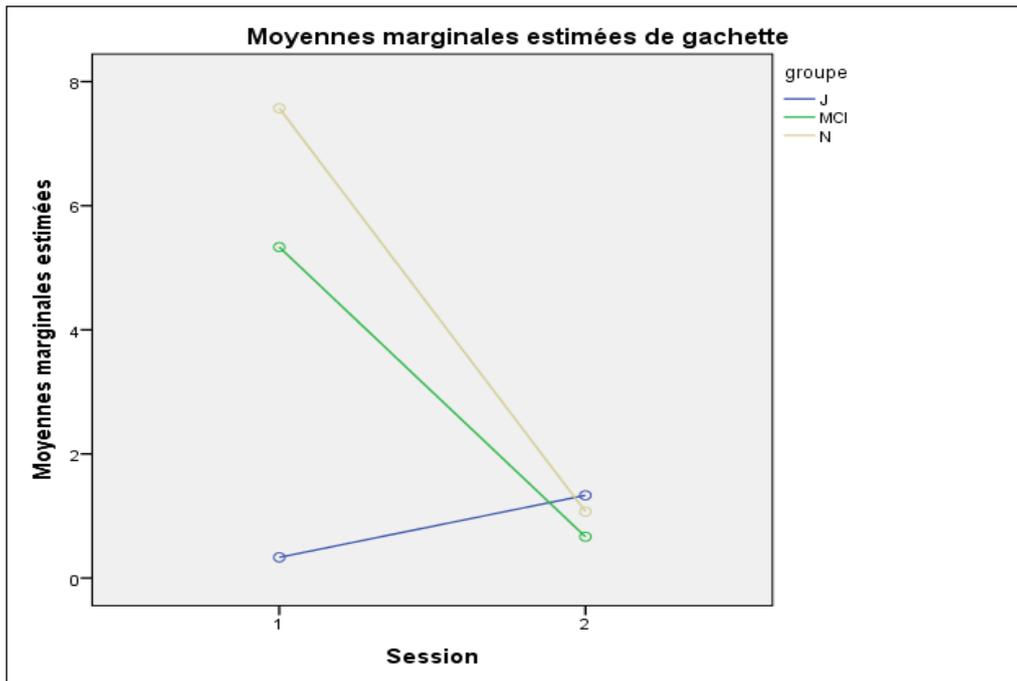


Figure 25 : Interaction des effets de groupe et d'apprentissage sur le nombre d'erreurs liées à la gâchette

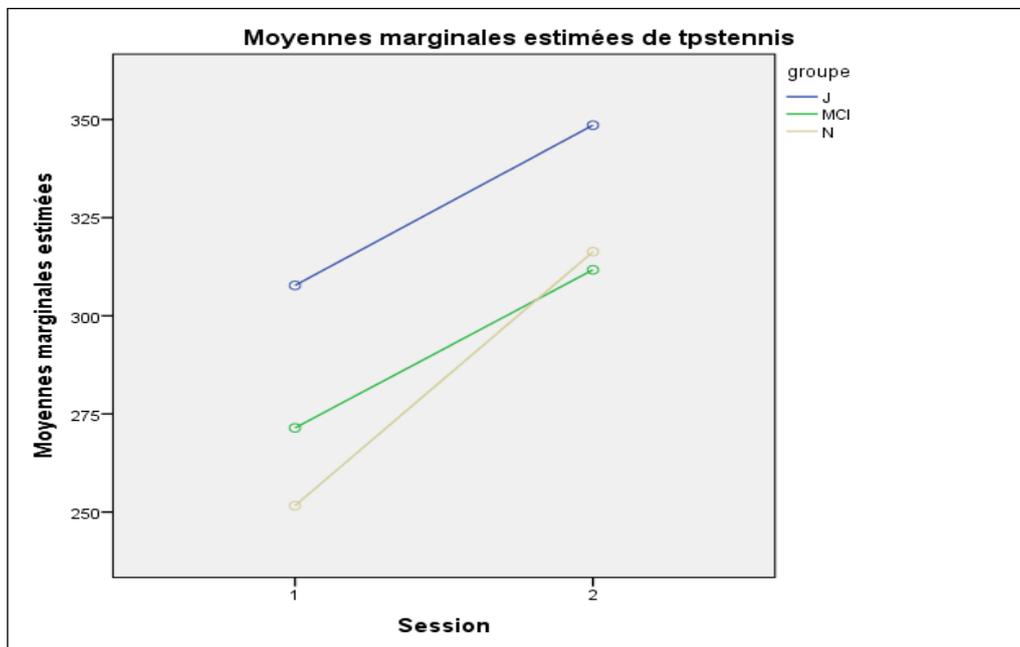


Figure 26: Interaction des effets de groupe et d'apprentissage sur le temps d'une partie de tennis

En s'intéressant au nombre de balles renvoyées dans le terrain, il était possible d'apprécier le nombre d'échanges effectués. Une augmentation significative de ce critère a été constatée entre les deux parties ($F_{1,32} = 19,08$; $p < .001$). En s'intéressant à chaque groupe séparément, nous avons retrouvé une amélioration significative au seuil .05 chez les sujets jeunes et chez les sujets âgés sains, mais pas chez les sujets âgés MCI. Le groupe influençait aussi significativement l'augmentation du nombre de balles renvoyées ($F_{2,32} = 14,86$; $p < .001$) : cette différence entre les groupes se manifestait essentiellement entre le groupe des sujets jeunes, et chaque groupe de sujets âgés, les deux comparaisons étant significatives au seuil .001. Il n'y avait pas de différence significative entre les deux groupes de sujets âgés. Malgré une augmentation un peu plus importante chez les sujets jeunes par rapport aux sujets âgés, l'interaction n'est pas significative ($F < 1$; NS) (Figure 27).

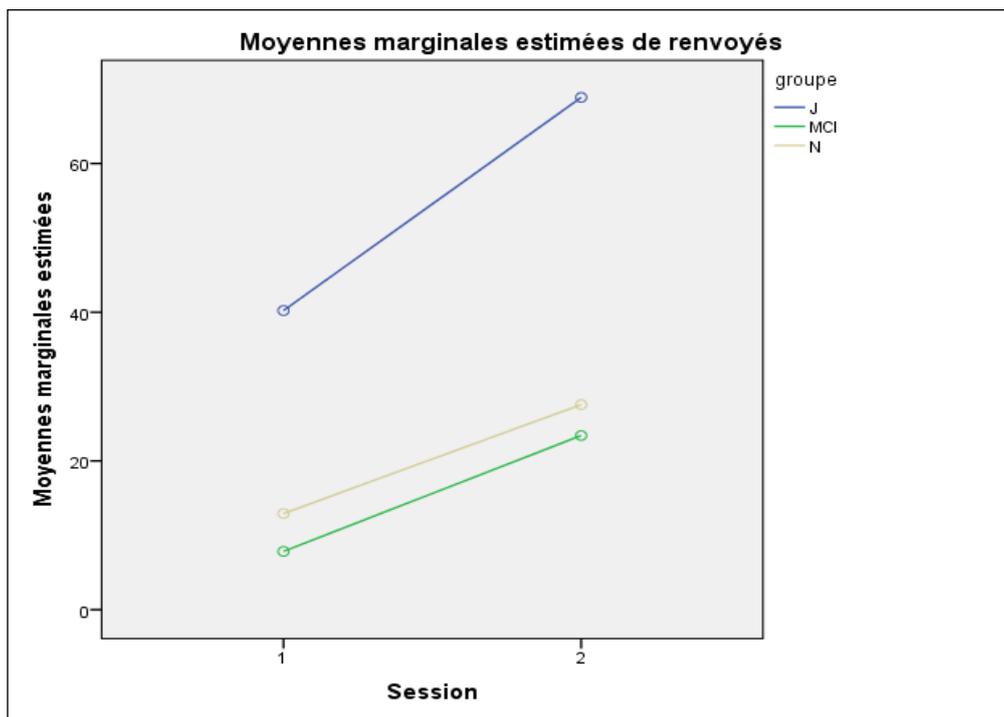


Figure 27: Interaction des effets de groupe et d'apprentissage sur le nombre de balles renvoyées

En multipliant les échanges, les sujets étaient également susceptibles de perdre un certain nombre de points. Le nombre de points perdus a été analysé dans la section traitant des performances mesurables par le jeu. Il s'agit à présent de comprendre pour quelles raisons ces points étaient perdus. Nous avons distingué les fautes (balles qui rebondissaient hors des limites du terrain) des erreurs (les balles qui n'étaient pas renvoyées).

Concernant les erreurs de renvoi, nous avons découvert un effet significatif de l'entraînement sur le nombre d'erreurs ($F_{1,32} = 4,21$; $p < .05$) : en moyenne, les joueurs commettaient moins d'erreurs lors de la dernière partie en comparaison avec la première. L'examen des intervalles de confiance a montré qu'en réalité cet effet était essentiellement dû à la diminution d'erreurs mesurées chez les sujets âgés MCI (significative au seuil .05). L'analyse descriptive montre d'ailleurs que cet indice a légèrement augmenté au lieu de diminuer chez les sujets jeunes. Les différences observées en termes de nombre d'erreurs étaient également influencées par le groupe ($F_{2,32} = 5,16$; $p < .01$) : cet effet concernait plus particulièrement la différence observée entre la moyenne du nombre d'erreurs commises par les sujets jeunes et celle obtenue chez les sujets âgés MCI (significative au seuil .01), les autres contrastes analysés n'étant pas significatifs (Figure 28).

L'interaction entre les deux facteurs était significative au seuil .01 ($F_{2,32} = 6,86$) : l'entraînement a donc eu un effet différent sur l'évolution du nombre moyen d'erreurs commises entre les deux parties en fonction du groupe (Figure 28).

L'analyse du nombre de balles renvoyées en dehors des limites du terrain, les fautes, ont montré que cet indicateur n'était affecté par aucun des deux facteurs considérés ; en moyenne, il n'y avait donc pas d'effet de l'entraînement sur le nombre de fautes commises ($F < 1$; NS) et aucune différence significative entre les groupes n'a été mise en évidence ($F < 1$; NS). D'un point de vue descriptif, les sujets jeunes avaient tendance à commettre moins de fautes lors de la dernière partie tandis que les sujets âgés tendaient à en commettre plus (

Figure 29).

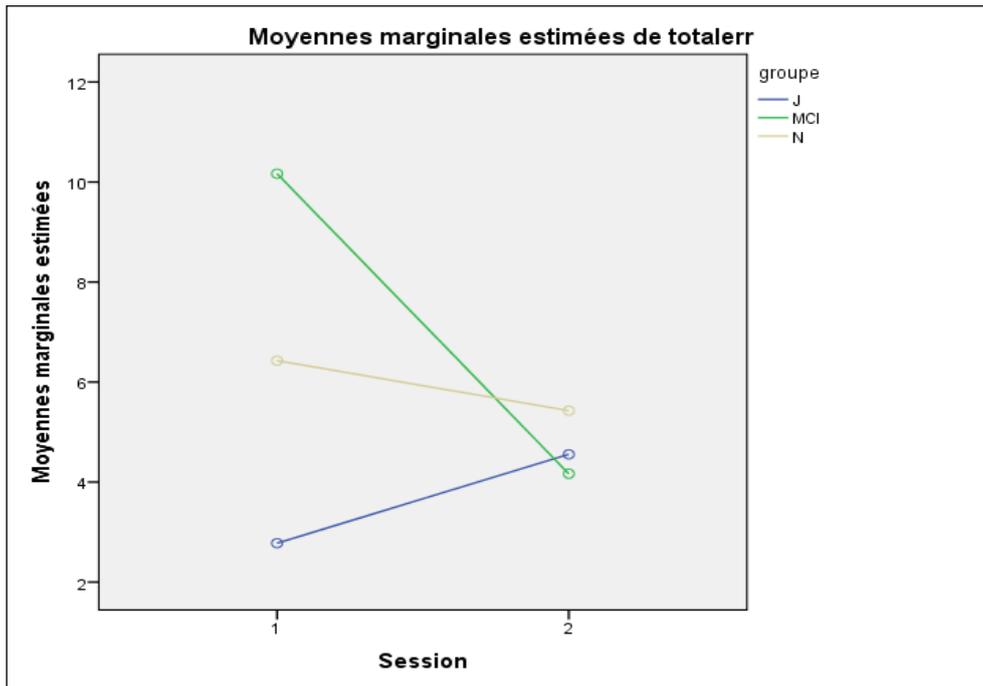


Figure 28: Interaction des effets de groupe et d'apprentissage sur le nombre d'erreur de renvoi de balle

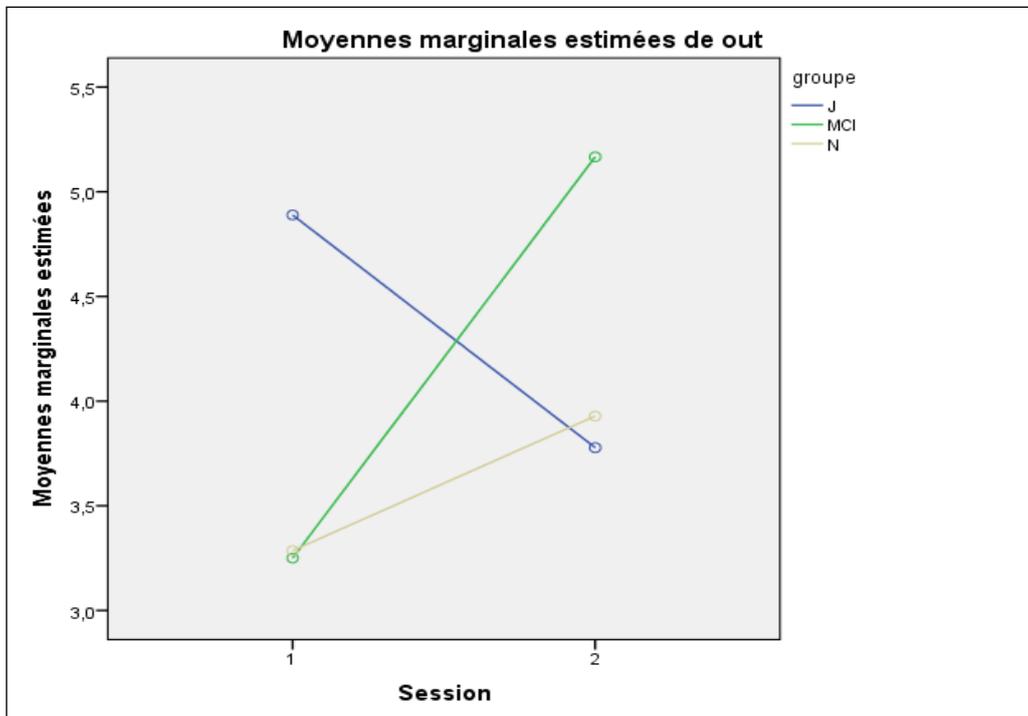


Figure 29: Interaction des effets de groupe et d'apprentissage sur le nombre de fautes

Si nous considérons de manière simultanée ces deux derniers résultats, il apparaît donc que les sujets âgés, quel que soit le groupe expérimental d'origine, renvoient plus de balles et commettent moins d'erreurs au fur et à mesure de l'entraînement ; les sujets jeunes renvoient plus de balles que les sujets âgés et bénéficient encore plus de l'entraînement, mais ils commettent autant d'erreurs que les sujets âgés à l'issue de l'entraînement. Bien que les résultats ne soient pas significatifs pour les différences observées en termes de fautes commises, tout se passe comme si les sujets âgés avaient plus de difficultés à toucher la balle au début, mais finissaient par améliorer la précision temporelle de leurs gestes ; ils ne bénéficiaient en revanche pas suffisamment de l'entraînement pour améliorer la précision de leurs balles au même niveau que les sujets jeunes. A l'inverse, les sujets jeunes commettaient peu d'erreurs dès la première partie, et renvoyaient plus de balles que leurs aînés ; s'ils tendaient à commettre moins de fautes avec l'entraînement, ils avaient également tendance à commettre plus d'erreurs.

Avant de clôturer cette section de résultats, nous nous sommes brièvement intéressés aux erreurs de manipulation. Ces dernières renvoyaient à des appuis involontaires sur les boutons de la manette, sans rapport avec la jouabilité elle-même, i.e. sans intention d'action de la part du joueur.

Durant la partie de Bowling, nous avons observé une diminution significative du nombre d'erreurs de manipulation en moyenne entre les deux parties ($F_{1,31} = 20,42$; $p < .001$) : ce résultat concernait essentiellement les deux groupes de sujets âgés (diminution significative au seuil .05 dans les deux cas) dans la mesure où les sujets jeunes commettaient très peu d'erreurs de ce type dès la première partie. Cette différence constatée entre les groupes était par ailleurs significative ($F_{2,32} = 9,69$; $p < .01$) : les sujets jeunes commettaient significativement moins d'erreurs que les sujets âgés sains (seuil .01) et que les sujets âgés MCI (seuil .001) lors de la première partie. Les différences observées ne sont plus significatives lors de la dernière partie ($F_{2,32} = 3,05$; NS). L'interaction entre les deux facteurs était significative ($F_{2,32} = 5,55$; $p < .01$) : l'ensemble des sujets commettait moins d'erreurs de manipulation lors de la dernière partie en

comparaison avec la première ; cet effet d'entraînement était plus profitable aux sujets âgés, qui tendaient à réduire ces erreurs au même niveau que les sujets jeunes (

Figure 30).

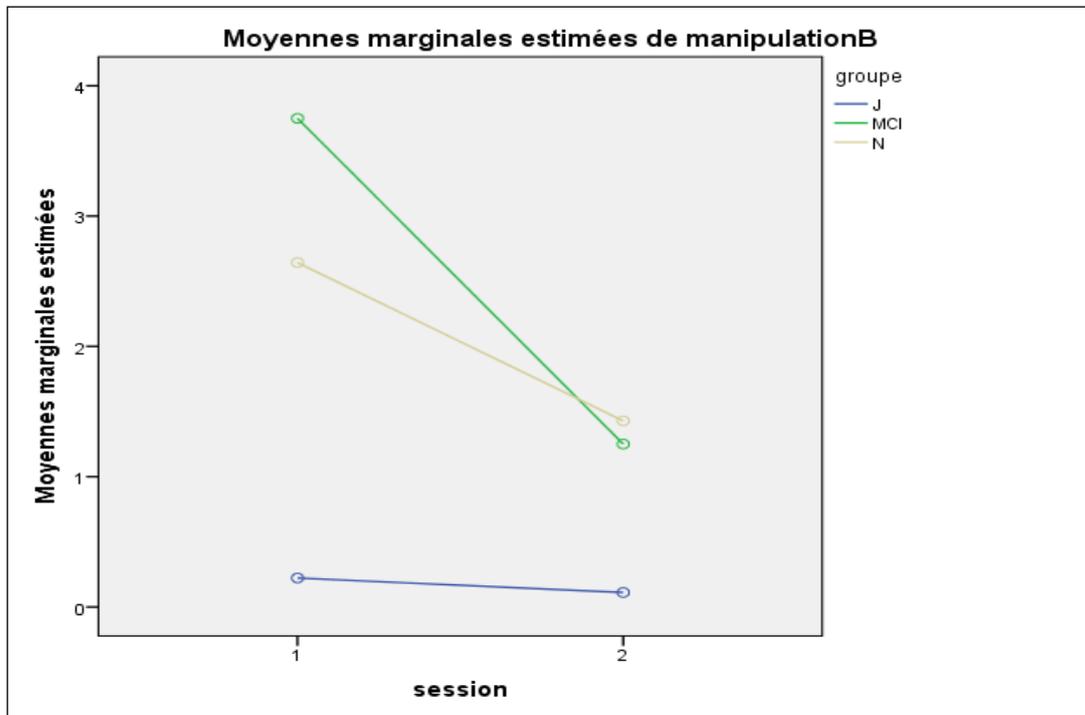


Figure 30: Interaction des effets de groupe et d'apprentissage sur le nombre d'erreurs de manipulation

Les erreurs de manipulation durant les parties de Tennis étaient beaucoup moins fréquentes ; aucune des analyses effectuées ne s'est révélée significative. Cette différence entre les deux jeux peut s'expliquer en grande partie par une jouabilité intégralement basée sur le mouvement dans le Tennis, alors que la jouabilité du Bowling nécessite la manipulation fréquente de boutons (gâchette pour lancer la boule, croix directionnelle pour le placement et bouton de validation entre chaque manche).

f. Analyse des indicateurs de médiation

Un dernier set de données concernait le recueil de données liées aux interactions entre le joueur et l'expérimentateur. Ces dernières concernaient les

interventions spontanées de l'expérimentateur, les demandes d'aides de la part du joueur, ainsi que les commentaires négatifs et positifs exprimés par les joueurs (ANNEXE 12).

Concernant les interventions de l'expérimentateur durant la partie de Bowling, elles étaient plus nombreuses lors de la première partie que durant la dernière ; cette diminution est significative au seuil .001 ($F_{1,31} = 46,30$). L'analyse des intervalles de confiance a confirmé les données descriptives : cette diminution est significative au seuil .05 pour chaque groupe de sujets âgés, mais ne l'est pas pour les sujets jeunes. Cette différence de moyenne entre les groupes était significative au seuil .05 ($F_{2,31} = 3,42$) ; les comparaisons deux-à-deux nous ont montré que seule la différence observée entre les sujets jeunes et les sujets âgés MCI était significative au seuil .05. Si l'on considère les deux parties de manière séparée, l'effet du groupe était significatif au seuil .05 lors de la première partie ($F_{2,31} = 4,38$), mais ne l'était plus lors de la dernière partie ($F_{1,31} = 1,35$; NS). Durant la première partie, l'expérimentateur dispensait moins d'aide aux sujets jeunes qu'aux sujets âgés MCI ($p < .05$), les autres comparaisons effectuées n'étant pas significatives (

Figure 31).

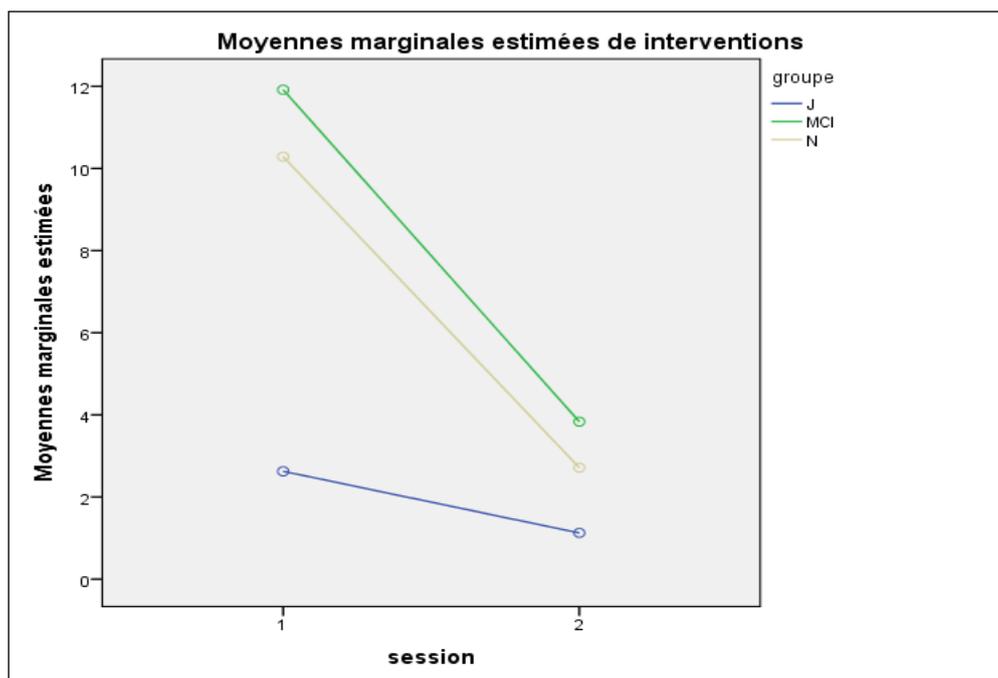


Figure 31: Interaction des effets de groupe et d'apprentissage sur les interventions de l'expérimentateur

L'interaction entre les deux facteurs était finalement significative ($F_{2,31} = 5,39$; $p < .05$) : le plus grand nombre d'interventions nécessaires pour les sujets âgés au début de l'expérience a diminué au cours de l'entraînement au point de rejoindre le nombre d'interventions nécessaires pour les sujets jeunes.

Des résultats similaires ont été observés pour les demandes d'aides formulées par les joueurs eux-mêmes durant la partie de Bowling : la diminution au cours de l'entraînement était toujours significative ($F_{1,31} = 19,94$; $p < .001$) et nous avons constaté un écart moyen entre les groupes significatif au seuil .05 ($F_{2,31} = 3,33$). Néanmoins, l'interaction des deux facteurs n'était pas significative pour cet indicateur ($F_{2,31} = 1,94$; NS) (

Figure 32).

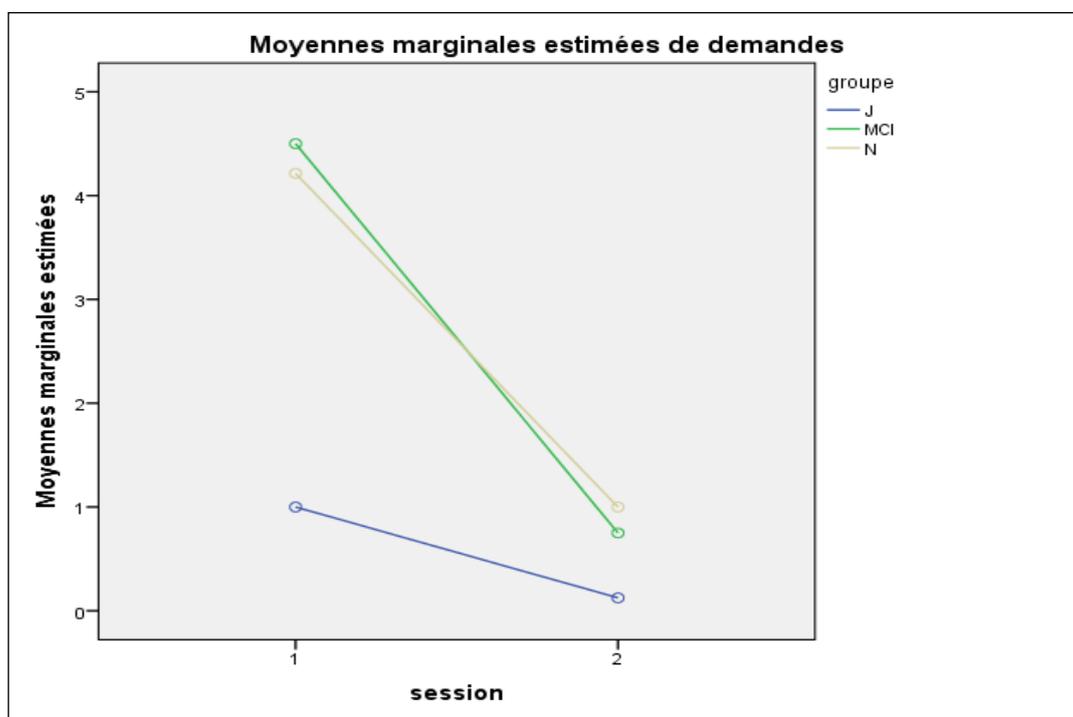


Figure 32: Interaction des effets de groupe et d'apprentissage sur les demandes d'aide

L'analyse de commentaires, positifs ou négatifs, n'a pas été concluante quel que soit le facteur considéré ; le faible nombre d'occurrences était très

certainement lié à cette absence de résultats. D'un point de vue descriptif, les commentaires négatifs ($M = 2,57 \pm 0,46$) étaient plus nombreux que les commentaires positifs ($M = 1,37 \pm 0,25$). Les commentaires négatifs tendaient à diminuer au fur et à mesure des séances, et pour chacun des groupes. L'évolution des commentaires positifs était plus discrète, et différait selon les groupes.

g. Analyse des corrélations entre les variables dépendantes

L'analyse des liaisons entre les différentes variables considérées avait pour objectif d'identifier d'éventuels liens entre les performances obtenues, qu'elles soient liées au *gameplay* ou au comportement, et les données neuropsychologiques de nos participants.

La nature exploratoire de cette analyse nous a amené à considérer un grand nombre de variables, mais nous nous sommes contentés dans cette section de mettre en évidence les corrélations significatives les plus pertinentes. Les liaisons entre les différentes performances liées à un même jeu n'ont donc pas été considérées compte tenu de la relation forte qui les unit conceptuellement.

La première variable considérée fut l'âge dans la mesure où ce facteur s'est avéré le plus influent au travers des analyses de la variance ; l'effet du groupe était fréquemment significatif entre les sujets jeunes et les sujets âgés, indépendamment du statut cognitif. Les corrélations les plus fortes ont été observées avec les performances obtenues au Tennis, en particulier avec l'expérience finale ($r = -.70$; $p < .01$) et le nombre de matchs gagnés au total ($r = .68$; $p < .01$). La corrélation entre l'âge et les performances obtenues au Bowling étaient moins évidentes et concernaient essentiellement la durée de la partie ($r = .65$ pour la première partie et $r = .57$ pour la dernière, significatives au seuil bilatéral de $.01$). Mais les corrélations entre l'âge et le meilleur score obtenu ($r = -.24$) ou l'expérience acquise ($r = -.22$) n'étaient pas significatives.

De manière similaire, le temps de réalisation de la partie A du TMT était fortement corrélée à l'expérience acquise au Tennis ($r = -.72$, $p < .01$), mais la liaison observée avec l'expérience acquise au Bowling n'était pas significative ($r = .33$; NS). Une liaison significative a été observée avec le meilleur score obtenu

au Bowling, mais cette dernière était relativement faible ($r = -.37$; $p < .05$). En considérant le temps de réalisation du TMT B, la relation entre l'épreuve et l'expérience obtenue au Tennis s'affaiblit très légèrement ($r = -.66$; $p < .01$). Ces résultats étaient donc cohérents avec ceux observés pour l'âge, puisque les trois variables étaient fortement corrélées ($r = .61$ entre l'âge et le TMTA ; $r = .61$ entre l'âge et le TMTB ; et $r = .71$ entre les deux épreuves du TMT ; les trois corrélations étaient significatives au seuil bilatéral de .01)

Concernant le nombre d'erreurs commises au TMT B, cette variable était plus fortement corrélée au nombre d'erreurs de lancer observées dans les parties de Bowling ($r = .61$ lors des deux parties observées ; significatives au seuil bilatéral de .01). De même, la liaison entre les erreurs de gâchettes et l'expérience du Bowling ($r = -.55$; $p < .01$) était légèrement supérieure à celle observée avec l'expérience de Tennis ($r = -.46$; $p < .01$). L'empan verbal indirect n'a montré qu'une seule liaison significative, plutôt faible, avec les erreurs de gâchette ($r = .37$; $p < .05$). Enfin, l'empan spatial indirect était modérément relié à l'expérience acquise au Tennis ($r = .51$; $p < .01$), l'expérience acquise au Bowling ($r = .45$; $p < .01$) et aux erreurs de gâchettes ($r = -.56$; $p < .01$).

5. Etude de cas des trois participants souffrant d'une MA

a. *Sujet n°3*

Le premier sujet était un homme âgé de 81 ans, souffrant d'une Maladie d'Alzheimer diagnostiquée depuis plusieurs années. Il avait bénéficié d'une scolarité assez courte (arrêtée avant l'obtention du Brevet d'Etudes), mais avait exercé en tant que cadre d'une grande entreprise durant sa vie professionnelle. Il lui était arrivé à de très rares occasions de mettre la main sur un jeu vidéo. Il faut également préciser que le sujet n°3, que nous appellerons Monsieur 3 dans ce contexte, a participé à l'expérience aux côtés de son épouse, qui a intégré l'un des échantillons expérimentaux. Leurs passations se sont donc déroulées à deux, le reste du protocole demeurant identique à celui suivi par les autres participants.

Le profil neuropsychologique de Monsieur 3 incluait une efficacité cognitive globale altérée (MMSE = 22/30), un trouble de la flexibilité mentale (Arrêt de l'épreuve du TMT B après 4 erreurs) et un trouble attentionnel caractérisé par un échec à l'épreuve de barrage. Les autres domaines évalués semblaient relativement préservés, en particulier la BREF et les deux mesures de mémoire de travail dont les performances étaient dans la norme.

Lors de sa première partie de Bowling, Monsieur 3 a obtenu un score de 72 au terme d'une partie qui a duré 1380 secondes (soit 23 minutes). Le score de 72 est relativement faible au regard de la moyenne obtenue par les participants âgés sains ($M = 123,86 \text{ points} \pm 24,47$) ou celle obtenue par les participants MCI ($M = 119,33 \text{ points} \pm 27,21$), mais ce score reste proche des scores les plus bas obtenus par des participants (62, 85 ou 75 points). De même, si la durée de la partie s'est révélée particulièrement longue ($M = 765 \text{ secondes} \pm 246,89$ chez les patients MCI), deux participants âgés ont joué une durée proche (1680 secondes et 1440 secondes). En revanche, Monsieur 3 a commis un très grand nombre d'erreurs de lancer lors de cette première partie (60) dépassant très largement la moyenne observée chez les sujets âgés sains ($M = 7,57 \pm 14,27$). Un seul participant de cet échantillon s'est rapproché de cette contre-performance, avec 55 erreurs de lancers au cours de la première partie. Un seul et unique *spare* sera réalisé au cours de la partie. Si Monsieur 3 a sollicité peu d'aide à l'expérimentateur (5 demandes comptabilisées), ce dernier sera intervenu 42 fois auprès du joueur afin de l'accompagner dans sa partie d'une manière ou d'une autre, ce qui correspond cette fois au plus grand nombre d'interventions parmi tous les participants ; un seul participant appartenant aux trois échantillons principaux s'est rapproché de ce chiffre avec 40 interventions.

Lors de la dernière partie, Monsieur 3 a obtenu un score de 140 dans le même jeu ; cette partie a duré 705,48 secondes. Son score était donc très proche de la moyenne obtenue par les sujets âgés ($M_{\text{MCI}} = 143,42 \pm 29,03$ et $M_{\text{sains}} = 144,21 \pm 31,12$). Une seule erreur de lancer est commise au cours de cette dernière partie, mais le joueur aura réalisé 3 *strikes* et 3 *sparés*. La durée de la partie est restée en revanche bien plus élevée que celles observées chez les autres participants. De même, malgré l'amélioration notable dans les performances et la

jouabilité, l'expérimentateur sera encore intervenu 15 fois, et Monsieur 3 aura demandé de l'aide 2 fois. Ces chiffres restent néanmoins inférieurs aux maxima observés : 17 interventions d'une part, et 3 demandes d'aide d'autre part. Un détail intéressant doit également être souligné : comme de nombreux droitiers, les boules lancées au Bowling tendaient à dévier du côté gauche de la piste. Et comme d'autres joueurs, Monsieur 3 a appris à compenser cette tendance en se déportant sur la droite avant chaque coup. Mais durant la dernière partie, Monsieur 3 déviait beaucoup moins, sans raison apparente : il lui a été très difficile de corriger son réflexe de se déporter à droite.

Au final, Monsieur 3 a cumulé une expérience de 631 points au Bowling et a établi un record à 172 points à l'issue de sa 7^e partie, score qui se situe entre la moyenne du record obtenu par les sujets âgés sains ($M = 167,79$ points $\pm 21,45$) et celle obtenue par les sujets âgés MCI ($M = 173,25$ points $\pm 28,94$).

Du point de vue du Tennis, la jouabilité s'est révélée beaucoup plus intuitive pour Monsieur 3. Dès la première partie, il a renvoyé 28 fois la balle dans le terrain, ce qui est supérieur aux performances moyennes observées chez les participants âgés ($M = 12,93$ balles renvoyées $\pm 15,10$). Le nombre d'erreurs commises durant cette partie est resté raisonnable (12 erreurs), proche de la moyenne observée chez les sujets âgés MCI ($M = 10,17 \pm 5,57$). Comme de nombreux autres joueurs âgés, monsieur 3 n'a gagné aucun point durant cette première partie.

Lors de sa dernière partie, Monsieur 3 n'a pas réellement amélioré ses performances, seulement 22 balles renvoyées au lieu de 28 et 16 erreurs au lieu de 12. En revanche, il a gagné 4 points, performance qui se situe dans les moyennes observées chez les deux groupes de sujets âgés ($M_{MCI} = 3,42 \pm 2,5$ et $M_{sains} = 4,14 \pm 3,13$). Au final, Monsieur 3 a accumulé 46 points d'expérience sans gagner un seul jeu ; si ces résultats ne font partie des meilleurs observés chez les participants, ils ne font pas partie des pires (expérience minimale observée = 8 points).

Résumé du cas de Monsieur 3 : L'utilisation des boutons de la Wiimote dans la partie de Bowling s'est avéré très difficile et a nécessité un support humain

important ; la plupart des erreurs a néanmoins été supprimée au cours de l'entraînement et la jouabilité du Tennis plus simple pour ce joueur malgré la difficulté du jeu lui-même. La petite histoire retiendra que son épouse, sans troubles cognitifs, s'était résignée de mauvaise grâce à suivre ses conseils pour améliorer son score au Bowling !

b. Sujet n°9

Le second sujet était un homme âgé de 80 ans, souffrant d'une Maladie d'Alzheimer diagnostiquée depuis plusieurs années également. Bénéficiant d'un niveau socio-culturel plutôt élevé, sa vie professionnelle s'était organisée essentiellement à l'étranger dans le domaine des arts. Il n'avait aucune expérience dans le domaine des jeux vidéo.

Le profil neuropsychologique de Monsieur 9 incluait une efficacité cognitive globale altérée (MMSE = 23/30), un déficit dans la localisation des nombres de la VOSP en faveur d'une légère agnosie visuelle, et un dysfonctionnement exécutif (BREF = 13/18). Les autres domaines évalués semblaient relativement préservés.

Lors de sa première partie de Bowling, Monsieur 9 a obtenu un score de 111 au terme d'une partie qui a duré 840 secondes (soit 14 minutes). Le score de 111 est relativement proche de la moyenne obtenue par les participants âgés sains ($M = 123,86 \text{ points} \pm 24,47$) ou celle obtenue par les participants MCI ($M = 119,33 \text{ points} \pm 27,21$). De même, la durée de la partie semblait être dans la norme de celles observées chez les sujets âgés ($M = 765 \text{ secondes} \pm 246,89$ chez les patients MCI par exemple). Monsieur 9 n'a commis que 2 erreurs de lancer lors de cette première partie, soit un chiffre inférieur à la moyenne observée chez les sujets âgés sains ($M = 7,57 \pm 14,27$). Deux *saves* et un *strike* ont été réalisés durant cette partie. Monsieur 9 a sollicité 7 fois l'expérimentateur pour de l'aide, tandis que ce dernier sera intervenu 18 fois auprès du joueur. L'ensemble des résultats se situe donc plutôt dans la norme de ce qui a été observé chez les sujets âgés ; une seule exception se situe au niveau des erreurs de manipulation, avec 11 occurrences, soit la fréquence la plus élevée de l'échantillon complet. Concrètement, la plus grande difficulté de Monsieur 9 était de maintenir la gâchette appuyée. Si nous les comptons comme erreurs de lancer (qui correspond

plutôt à un relâchement volontaire et inapproprié de la gâchette), Monsieur 9 a commis 13 erreurs, ce qui reste finalement un résultat satisfaisant au regard des autres sujets âgés ($M = 7,57 \pm 14,27$ chez les sujets sains par exemple).

Lors de la dernière partie, Monsieur 9 a obtenu un score de 110 dans le même jeu ;

Le temps nécessaire pour réaliser cette partie n'a pas pu être pris en compte en raison d'une très longue digression du joueur au milieu de la partie sur divers éléments de son passé personnel et professionnel. Son score était donc très proche du premier score obtenu (111 points), qui restera son record sur l'ensemble des parties. En tant que dernier score obtenu, il reste dans la moyenne basse des résultats obtenus par les sujets âgés ($M_{MCI} = 143,42 \pm 29,03$ et $M_{sains} = 144,21 \pm 31,12$). Une seule erreur de lancer est commise au cours de cette dernière partie, et 3 erreurs de manipulation. Monsieur 9 n'a réalisé cette fois que 3 *saves*. L'expérimentateur sera à nouveau intervenu 18 fois, et Monsieur 9 aura demandé de l'aide 2 fois. Contrairement à Monsieur 3, et à la quasi-totalité des participants, Monsieur 9 ne s'est jamais préoccupé de savoir où irait sa boule ; l'ajustement du placement initial était donc presque entièrement guidé par l'expérimentateur

Au final, Monsieur 9 a cumulé une expérience de 479 points au Bowling, soit une expérience très inférieure à celle observée chez les autres participants ($M = 698,14$ points $\pm 98,58$), mais supérieure au minimum observé sur l'ensemble des participants (477 points). Son record se situe bien en dessous de ceux établis par les sujets âgés sains ($M = 167,79$ points $\pm 21,45$) et ceux obtenus par les sujets âgés MCI ($M = 173,25$ points $\pm 28,94$), et correspond cette fois au record le plus bas observé.

Lors de la première partie de Tennis, Monsieur 9 a renvoyé 10 fois la balle dans le terrain, ce qui reste conforme aux performances moyennes observées chez les participants âgés sains ($M = 12,93$ balles renvoyées $\pm 15,10$). Le nombre d'erreurs commises durant cette partie était en revanche plus élevé (28 erreurs), bien supérieur à la moyenne observée chez les sujets âgés MCI par exemple ($M = 10,17 \pm 5,57$), et le plus haut chiffre constaté sur l'ensemble des sujets. Il faut

rappeler que ce nombre d'erreurs comptabilise les erreurs de services, qui n'impacte pas le score, mais qui s'est avéré être une tâche compliquée pour notre joueur. Néanmoins, monsieur 9 a gagné un point durant cette première partie.

Lors de sa dernière partie, Monsieur 9 n'a pas réellement amélioré ses performances, avec seulement 9 balles renvoyées et 9 erreurs. Il n'a gagné aucun point. Au final, Monsieur 9 a accumulé 71 points d'expérience et a gagné un unique jeu au cours des 8 parties disputées. A nouveau, malgré les apparences, ce résultat reste dans la norme de ce qui a été observé chez les sujets âgés.

Résumé du cas de Monsieur 9 : Ce joueur n'a pas éprouvé plus de difficultés que Monsieur 3, avec une prise en main moins problématique au Bowling, et une intuitivité dans la norme au Tennis. En revanche, Monsieur 9 ne s'est jamais caché du peu d'intérêt qu'il portait à l'activité elle-même. Plus sensible aux activités culturelles ou intellectuelles, il n'a éprouvé aucune curiosité, ni aucun plaisir à jouer à ces deux jeux ; le Tennis semblait néanmoins accaparer un peu plus son attention, et la digression évoquée lors de la dernière partie de Bowling peut être considérée comme l'indicateur d'un engagement très faible dans l'activité. Il était enthousiaste à l'idée d'aider la Recherche, et profitait de l'occasion pour échanger à propos de sujets aussi divers que variés. Nous nous rappellerons que Monsieur 9 s'étonnait à chaque fois de l'enthousiasme de l'expérimentateur devant ses performances, « abstraites » de son point de vue.

c. Sujet 10

Le dernier sujet était une femme âgée de 84 ans, souffrant d'une Maladie d'Alzheimer débutante probable ; les derniers éléments diagnostiques n'excluaient pas l'existence d'une Maladie à Corps de Lewy. Madame 10 avait un niveau socioculturel relativement bas (interruption des études avant le brevet d'études, et n'avait aucune expérience des jeux vidéo).

Le profil neuropsychologique de Madame 10 incluait une efficacité cognitive globale déficitaire (MMSE = 22/30), et un dysfonctionnement exécutif (BREF = 12/18). Les autres domaines évalués semblaient relativement préservés.

Lors de sa première partie de Bowling, Madame 10 a obtenu un score de 102 au terme d'une partie qui a duré 840 secondes (soit 14 minutes). Ce score est relativement proche de la moyenne obtenue par les participants âgés sains ($M = 123,86$ points $\pm 24,47$) ou celle obtenue par les participants MCI ($M = 119,33$ points $\pm 27,21$). De même, la durée de la partie semblait être dans la norme de celles observées chez les sujets âgés ($M = 765$ secondes $\pm 246,89$ chez les patients MCI par exemple). Madame 10 n'a commis qu'une seule erreur de lancer lors de cette première partie, soit un chiffre inférieur à la moyenne observée chez les sujets âgés sains ($M = 7,57 \pm 14,27$). En revanche, elle a exécuté 9 mauvaises manipulations, de manière similaire à Monsieur 10. Trois *saves* ont été réalisés durant cette première partie. Madame 10 n'a sollicité qu'une seule fois l'expérimentateur pour de l'aide, tandis que ce dernier sera intervenu 23 fois auprès de la joueuse. L'ensemble des résultats se situent donc plutôt dans la norme de ce qui a été observé chez les sujets âgés.

Lors de la dernière partie, Madame 10 a obtenu un score de 158 dans le même jeu ; le temps nécessaire pour réaliser cette partie était de 486 secondes, soit 8 minutes. Le score obtenu dans cette dernière partie est supérieur à la moyenne des résultats obtenus par les sujets âgés ($M_{MCI} = 143,42 \pm 29,03$ et $M_{sains} = 144,21 \pm 31,12$). Aucune erreur de lancer n'a été commise au cours de cette dernière partie, mais 5 erreurs de manipulation ont perturbé la partie. Madame 10 a réalisé 1 *strike* et 5 *saves*. L'expérimentateur ne sera intervenu que 8 fois, et aura répondu à une demande d'aide 3 fois.

Au final, Madame 10 a cumulé une expérience de 645 points au Bowling, soit une expérience proche de celle observée chez les autres participants ($M = 698,14$ points $\pm 98,58$). Son record est de 164 points à l'issue de l'expérience ; ce score est à nouveau très proche de ceux établis par les sujets âgés sains ($M = 167,79$ points $\pm 21,45$) et ceux obtenus par les sujets âgés MCI ($M = 173,25$ points $\pm 28,94$).

Lors de la première partie de Tennis, Madame 10 n'a renvoyé que 4 fois la balle sur le terrain, un résultat faible mais finalement pas tant éloigné des performances moyennes observées chez les participants âgés sains ($M = 12,93$ balles renvoyées $\pm 15,10$). Le nombre d'erreurs commises durant cette partie était

relativement élevé (18 erreurs), supérieur à la moyenne observée chez les sujets âgés MCI par exemple ($M = 10,17 \pm 5,57$).

Lors de sa dernière partie, Madame 10 a gagné 2 points, et n'a commis que 9 erreurs. Au final, Madame 10 a accumulé 33 points d'expérience et n'a gagné aucun jeu au cours des 8 parties disputées. A nouveau, malgré les apparences, ce résultat reste dans la norme de ce qui a été observé chez les sujets âgés.

Résumé du cas de Madame 10 : Dans le jeu de Bowling, Madame 10 a dès le début montré des capacités similaires à celles de ses pairs au niveau de la jouabilité ; l'évolution de ses performances a également suivi un parcours normal, dans la mesure où elle a décroché un record supérieur à celui de certains sujets jeunes. Le Tennis s'est avéré plus ardu, mais à nouveau, aucune difficulté spécifique n'a été observée. L'engagement de Madame 10 était à l'image de celui observé chez plusieurs autres participants : appliquée et consciencieuse, mais modérément enthousiaste.

6. Discussion préliminaire

a. *L'entraînement au jeu de Bowling*

Du point de vue des performances, l'ensemble des participants a significativement profité de l'entraînement en termes d'amélioration du score obtenu entre la première et la dernière partie. Par ailleurs, les trois groupes ont obtenu une expérience relativement équivalente à l'issue de l'entraînement, malgré une légère supériorité des sujets jeunes (non significative). En revanche, les sujets jeunes ont obtenu en moyenne un record plus élevé que les sujets âgés. De même, si l'ensemble des sujets ont amélioré leur score entre les deux parties, les sujets jeunes ont significativement plus profité de l'entraînement : aucune différence entre les groupes n'était observée entre les groupes lors de la première partie, mais les sujets jeunes ont obtenu un score significativement plus élevé que les deux autres groupes lors de la dernière partie.

Il s'est avéré que cette amélioration était en grande partie expliquée par l'augmentation du nombre de strikes réalisés : de manière similaire au score global, les sujets jeunes ne diffèrent pas significativement des sujets âgés lors de leur première partie mais réalisent significativement plus de strikes lors de la dernière partie. L'augmentation du nombre de spares a en revanche été similaire pour les trois groupes : le strike était donc l'item critique pour améliorer le score, et les sujets jeunes ont significativement mieux appris à obtenir cet item que leurs aînés.

Du point de vue de la jouabilité, une tendance inverse a été observée : les sujets âgés ont significativement plus diminué leur temps de partie que les sujets jeunes, et ont également supprimé les erreurs de manipulation significativement plus que les sujets jeunes. Dans les deux cas, les sujets jeunes ne commettaient significativement moins d'erreurs lors de la première partie et réalisaient cette dernière dans un temps significativement plus court que les sujets âgés. L'entraînement a permis aux sujets âgés d'améliorer suffisamment leurs performances en termes de jouabilité pour se rapprocher des sujets jeunes (absence de différences significatives lors de la dernière partie). Les erreurs de lancer, bien que plus nombreuses chez les sujets âgés à la première partie, et malgré une amélioration visible de ces sujets à la dernière, n'ont pas révélé de différences significatives.

D'une manière générale, pour le Bowling, les résultats montrent que les sujets âgés ont besoin de plus de temps que les sujets jeunes pour maîtriser la jouabilité et que les sujets jeunes améliorent plus vite leurs performances que les sujets âgés. Le feedback à long terme proposé par le jeu, soit l'expérience acquise s'avère pertinent dans la mesure où il différencie très peu les sujets jeunes et âgés malgré les écarts observés par ailleurs. Cette expérience semble donc être calculée selon les progrès réalisés par les joueurs d'une partie à l'autre, et rend compte d'une amélioration similaire pour l'ensemble des joueurs du point de vue du jeu. Le record est plus élevé chez les sujets jeunes ; mais nous soulignons néanmoins que le record absolu est détenu par un senior, avec 230 points. Enfin, les résultats obtenus par les sujets âgés sains et ceux obtenus par les sujets âgés MCI sont très proches d'un point de vue descriptif, et ne diffèrent jamais significativement.

b. L'entraînement au jeu de Tennis

Du point de vue des performances, la supériorité des sujets jeunes sur leurs aînés est significative pour trois indicateurs : l'expérience acquise, le nombre de jeux gagnés et le nombre de matchs gagnés. En s'intéressant de plus près à l'amélioration des performances entre la première et la dernière partie, la différence de jeux gagnés entre les sujets jeunes et les sujets âgés reste significative dans les deux parties, mais aucun sujet en moyenne ne profite significativement de l'entraînement. Le nombre de points perdus est similaires pour les trois groupes expérimentaux, mais les sujets âgés gagnent significativement plus de points à la dernière partie qu'à la première ; les sujets jeunes s'améliorent donc moins que les sujets âgés (effet d'entraînement non significatif), mais gagnent plus de points en moyenne que les sujets âgés, que ce soit à la première ou à la dernière partie.

Du point de vue de la jouabilité, le temps de jeu augmente de manière similaire pour les trois groupes ; si les sujets jeunes jouent en moyenne plus longtemps, cette différence n'est pas significative. L'augmentation du temps de jeu pouvait être rattachée au nombre de balles renvoyées dans le terrain ; ce nombre augmentait plus en moyenne pour les sujets jeunes que pour les sujets âgés, et l'écart entre les deux populations était significatif lors des deux parties. Les erreurs de renvoi (n'incluant pas les fautes directes) a révélé des profils très différents : le sujets jeunes commettaient moins d'erreurs que les sujets jeunes à la première partie, mais ce nombre a augmenté de manière non significative ; le sujets âgés sains commettaient plus d'erreurs que les jeunes, moins que les sujets âgés MCI et ce nombre a très peu évolué entre les deux parties ; les sujets MCI âgés commettaient plus d'erreurs que les deux autres groupes, mais ce nombre a significativement diminué à la dernière partie. En d'autres termes, l'entraînement a permis de supprimer les différences initialement observées entre les trois groupes, pour des raisons différentes dans chacun d'entre eux. L'analyse des fautes directes n'a en revanche révélé aucun résultat significatif.

D'une manière générale, le Tennis était donc plus durs que le Bowling pour les sujets âgés. L'expérience calculée par les jeux prenait toujours en compte l'amélioration du joueur de manière individuelle, mais les items critiques pour

améliorer son score, gagner un jeu ou un match, se sont avérés beaucoup moins accessibles pour les sujets âgés par rapport aux sujets jeunes. Les résultats montrent également que l'amélioration de la jouabilité pour les seniors a eu un impact plus limité sur leurs performances que dans le Bowling.

Par ailleurs, malgré un grand nombre d'indicateurs retenus pour ce jeu, son *gameplay* le rend difficilement accessible à une analyse comparative pour plusieurs raisons :

- Le résultat final ne pouvait pas rendre compte des aspects qualitatifs de la partie (le joueur peut perdre en très peu d'échanges ou au terme d'échanges disputés)
- Le niveau théorique des adversaires virtuels, en expérience, augmentait avec les performances, s'appliquant ainsi à maintenir un challenge élevé
- La multiplication des échanges augmentait la probabilité de commettre des erreurs

c. *Les études de cas*

L'analyse individuelle des trois participants souffrant d'une MA tend à confirmer plusieurs hypothèses :

- Au moins deux d'entre eux ont obtenu des performances dans la norme de ceux observés dans les deux groupes expérimentaux
- Les erreurs de jouabilité tendent à diminuer de manière similaire aux deux autres groupes
- Le support humain est plus important pour ces joueurs que pour les autres sujets
- Le temps de jeu tend également à être plus long
- La maladie ne les empêche pas d'évaluer affectivement l'activité, que ce soit en termes positifs, ou négatifs

- Les demandes d'aides tendent à être les mêmes du début à la fin de la de l'entraînement, malgré l'amélioration des performances et de la jouabilité qui peut être observée.

Ce dernier point nous amènés à émettre l'hypothèse d'un apprentissage procédural court-circuitant les troubles de la mémoire déclarative. Si cet aspect suggère un support humain adéquat, il tend à confirmer également que les obstacles cognitifs à la jouabilité peuvent être levés. En revanche, l'exemple de Monsieur 3 nous a montré qu'un apprentissage procédural réussi est difficile à défaire ; la notion d'évolutivité dans un jeu doit donc être considérée avec précaution dans le cadre de la MA, ou des troubles apparentés.

Les passations nous ont montré également que les résultats de ces trois sujets étaient particulièrement conditionnés par leur engagement. Nous pouvons formuler l'hypothèse que la qualité d'engagement est plus critique dans le cas d'une pathologie affectant entre autres les capacités d'attention focalisée que dans le cas de joueurs présentant peu ou pas de troubles attentionnels. Chacun des trois sujets considérés à montré un engagement différent dans l'activité, illustrant finalement les niveaux d'engagement observés en général :

- Engagement faible, lié à l'absence d'intérêt pour l'activité
- Engagement moyen, lié au désir de bien faire
- Engagement fort, lié à une recherche de performances

Nous pouvons souligner à ce propos que le niveau d'engagement était susceptible de varier au cours de l'entraînement : une certaine lassitude pouvait apparaitre en cas de facilité excessive ou d'un intérêt limité pour les objectifs du jeu ; mais l'intérêt pouvait aussi s'accroître avec l'amélioration des performances.

III. L'approche qualitative : analyse de contenu thématique

1. Problématique

L'intérêt des jeux vidéo comme support d'entraînement cognitif tend à se confirmer avec les premiers travaux réalisés et ceux en cours (Glass, Maddox, & Love, 2013; Kühn, Gleich, Lorenz, Lindenberger, & Gallinat, 2013; L. E. Nacke, Nacke, & Lindley, 2009). Néanmoins, il s'agit d'un média interactif relativement jeune : environ 40 ans pour le grand public. A son origine, il s'agissait d'un divertissement destiné aux enfants et aux adolescents, et plusieurs décennies ont été nécessaires à la maturité du secteur dans l'industrie du divertissement. Par conséquent, si le jeu vidéo est bien ancré dans la culture actuelle des adultes d'âge moyen, il n'en est pas de même pour nos aînés, qui associent facilement ce média à un jouet ou à une fonction informatique peu accessible. En réalité, il existe très peu de données dans la littérature qui permette d'appréhender la perception qu'ont les personnes âgées des jeux vidéo. Dès lors, il nous a semblé intéressant d'étudier leur point de vue sur le jeu vidéo, avec la question sous-jacente suivante : si un jeu vidéo peut contribuer à leur santé cognitive, à quel(s) jeu(x) sont-ils susceptibles de jouer spontanément et régulièrement ?

2. Le Projet "Gérontechnologie et Vous"

Afin de répondre à cette question, un protocole exploratoire a été mis en place, en profitant d'une étude plus vaste sur les problématiques éthiques émergentes avec l'avènement récent des gérontechnologies. Cette étude est issue du projet *Gérontechnologies et Vous*, financé par la Fondation de France (début 2012 - fin 2013). Dans ce projet, un échantillon de seniors volontaires a été constitué afin d'organiser des focus groupes répartis régulièrement tout au long du projet, à raison d'un thème par trimestre, et de deux focus groupes pour chaque thème. Ces deux focus groupes utilisaient la même structure, mais impliquait un groupe de participants différent.

3. Méthodologie générale

La structure était dictée par la présentation d'une technologie d'assistance aux personnes âgées par son représentant (créateur ou vendeur de la solution), la manipulation de la solution proposée, et débouchait sur une discussion, semi-dirigée à travers plusieurs points-clé liés à l'utilisation de la technologie concernée. Dans le cadre de notre étude, il a été décidé de présenter les jeux vidéo de manière globale, comme divertissement potentiel. Aucun représentant de la solution n'est intervenu dans ce cadre, puisqu'il s'agit d'un média. La présentation et la démonstration ont donc été assurées par un membre de notre équipe.

La méthode de l'analyse de contenu thématique (ACT) est retenue dans le cadre de cette étude (Mucchielli, 96 ; Paillé & Mucchielli, 2008) ; le traitement des données a donc été organisé de la manière suivante :

- 1ère étape : étiquetage du matériel (énoncés extraits de la retranscription écrite des focus groupes organisés)
- 2e étape : réaménagement de l'arbre thématique obtenu (en tenant compte des thèmes imprévus et de ceux non pertinents)
- 3e étape : vérification de la robustesse du nouveau codage (concordance entre le nouvel arbre thématique et l'étiquetage réalisé en première intention)

Le codage est conceptualisé dans la mesure les principaux thèmes attendus ont été déterminé par l'examineur qui a conçu la conduite des focus groupes sur la base de ces thèmes. Un codage inductif a posteriori était également attendu, dans la mesure où les thèmes abordés étaient suffisamment génériques pour permettre aux participants d'explorer d'autres thématiques.

Le codage conceptuel comprenait donc les thèmes suivants : expérience antérieure, prise en main des différents jeux proposés, les types de jeux (action/réflexion, réaliste/imaginaire, solitaire/social, sédentaire/physique, règles

fixes/liberté d'action), stimulation cognitive, violence dans les jeux vidéos, isolement potentiel des jeux vidéos, investissement financier.

Le processus dynamique de codage des énoncés et de hiérarchisation des thématiques associées constitue l'analyse des résultats proprement dite. Ce travail a été réalisé à l'aide du logiciel en ligne *Dedoose*, qui nous a permis de pondérer les résultats globaux en fonction de différentes variables : le groupe, le Niveau Socioculturel (NSC), l'âge et l'expérience antérieure (le genre, avec un seul représentant masculin, n'est malheureusement pas exploitable comme variable dans le cadre de cette étude).

4. Protocole Expérimental

a. *Participants*

L'échantillon du projet *Gérontechnologies et Vous* a été constitué en recrutant des seniors volontaires, âgés de plus de 60 ans, par le biais d'associations de seniors parisiennes, ainsi que par le biais de l'Hôpital de Jour de l'Hôpital Broca (Assistance Publique - Hôpitaux de Paris). Les critères de non inclusion prévoyaient de ne pas impliquer de participants souffrant de troubles cognitifs ayant un impact sur l'autonomie. Le premier Focus groupe incluait ainsi quatre participants (un homme et trois femmes), âgés de 73 à 87 ans ($M=81.5$; $ET=6.03$), et un second regroupait huit participantes, âgées de 64 à 89 ans ($M=76.4$; $ET=8.62$). L'échantillon total comprenait donc 12 personnes (dont un homme) âgées de 64 à 89 ans ($M=78.09$; $ET=7.97$).

Afin de mieux définir le profil des participants, le niveau socio-culturel et l'expérience antérieure avec les jeux vidéo ont été évalués. Concernant le niveau socio-culturel, une échelle en 7 points a été utilisée : le NSC des participants varie de 4 (équivalent au Certificat d'Etudes ou 7 années de scolarité) à 7 (supérieur au Baccalauréat ou supérieur à 12 années de scolarité). La moyenne s'établit à 6 ($EC=1.13$), soit un niveau compris entre le BEPC et le Bac, ou entre 9 et 12 années d'études. Il existe peu de différences entre les deux groupes : le premier obtient

une moyenne de 6.25 (EC=1.5) tandis que le second obtient une moyenne de 5.87 (EC=0.99).

L'expérience antérieure a été évaluée en fonction de trois niveaux : absence totale d'expérience antérieure, expérience ponctuelle avec des jeux vidéo ou expérience régulière. Sur l'ensemble de l'échantillon, 2 participants seulement ont mentionné une pratique régulière, mais la moitié y a déjà joué ponctuellement. Un tiers de l'échantillon n'y a jamais joué avant la présente étude.

b. Procédure

La procédure consistait à présenter brièvement l'univers du jeu vidéo, en guise d'introduction. Puis un temps était consacré à l'essai de plusieurs jeux par les participants eux-mêmes. Ces jeux comprenaient trois interfaces différentes : un jeu sur Microsoft Xbox 360 associé au module Kinect (Kinect Joy Ride - jeu de conduite non réaliste ; Figure 33), deux jeux sur tablettes (2 Player Reactor, jeu de réflexion/réflexe - Figure 35 ; et GlowHockey, jeu de Hockey sur table - Figure 34), et un jeu sur Nintendo Wii (Mini jeu de tir compris dans le jeu WiiPlay ; Figure 36).



Figure 33 : Extrait du jeu Kinect Joy Ride (Xbox 360, Microsoft)

Ces jeux ont été choisis pour leur facilité de prise en main, afin que les participants puissent facilement être en situation de jeu, et d'éviter un apprentissage trop long. Ce choix s'est fait également par la disponibilité des titres dans le laboratoire au moment des Focus Groupes.



Figure 34 : Extrait du jeu Glow Hockey (IOS & Android)

Cette phase d'introduction et de pratique du jeu durait environ 50 minutes et permettait d'aborder leur point de vue sur leur expérience, et progressivement sur le jeu en général.

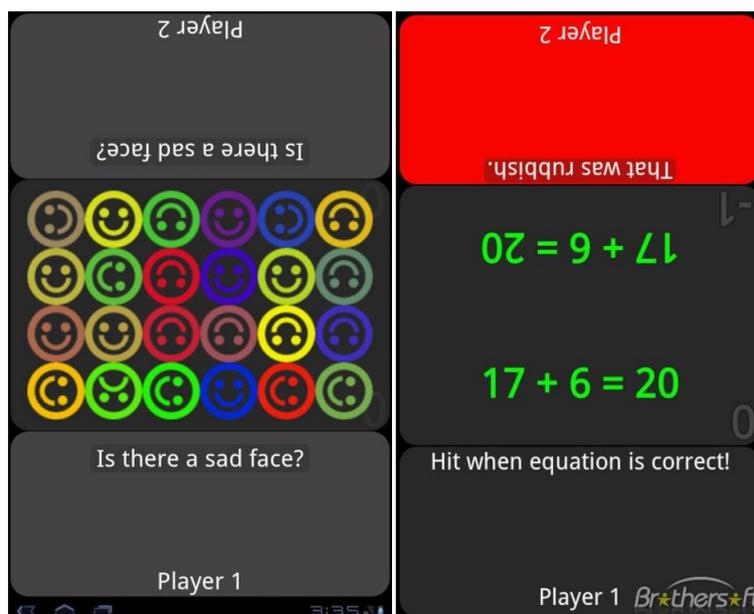


Figure 35 : Extraits du jeu 2 Player Reactor (Android)

Une première série de question s'intéressait à la nature et aux mécanismes de jeu qui avait leurs préférences. Nous nous sommes également intéressés aux aspects sociaux et physiques de certains jeux, avant d'aborder des questions éthiques sur la violence exposée dans des jeux populaires, ou l'isolement potentiel lié à une pratique excessive. La réunion se terminait sur la problématique économique et un résumé collaboratif des grandes idées évoquées durant la discussion (ANNEXE 14).



Figure 36 : Extrait du jeu de Tir/WiiPlay (Wii, Nintendo)

c. Matériel :

Les deux focus groupes se sont déroulés au sein du *living lab'* LUSAGE (Hôpital Broca / réseau Enoll), dans une pièce fermée, accueillant l'ensemble des participants et les membres de notre équipe (un démonstrateur et deux modérateurs). La salle était équipée d'un écran Plasma haute définition de 46 pouces, comme support visuel des deux consoles de salon, la Xbox (associée au Kinect) et la Wii (associées aux Wiimotes). La prise en main des tablettes tactiles a été réalisée en dehors de la salle, afin de ménager un support stable pour une partie face à face. Les tablettes concernées étaient un Ipad et un modèle équivalent en taille, mais utilisant l'OS Android. Les jeux utilisés étaient présent dans les deux magasins applicatifs en ligne respectifs (AppStore et PlayStore).

Ce dispositif était équipé par l'usage d'un caméscope, destiné à la retranscription ultérieure (ANNEXES 15 & 16). Le formulaire de consentement signé par les différents participants au début du projet Gérontechnologies et Vous incluait une autorisation spécifique à ce propos (ANNEXE 13).

5. Analyse Globale des résultats : L'arbre thématique

A l'issue de l'analyse, 522 citations ont été extraites des transcriptions écrites de chaque focus groupe, soit 43,5 citations par participant en moyenne (ET= 23). Ce nombre variait de 12 citations pour le participant le moins actif, à 87 citations pour le participant le plus dynamique.

Concernant les codes appliqués, nous retiendrons l'organisation suivante : les thèmes généraux comme codes de premier niveau, puis les sous-thèmes, qui regroupent eux-mêmes les étiquettes. Un quatrième niveau hiérarchique a été utilisé, des sous-étiquettes, utilisées pour conserver une organisation globale lisible ; ces étiquettes de travail nous ont permis par exemple de prendre en compte l'énumération de qualificatifs positifs ou négatifs, ou de masquer les digressions, sans en altérer leur importance relative par rapport aux autres codes pris en compte.

Au total, 215 codes ont été utilisés, dont 7 thèmes généraux, 24 sous-thèmes, 137 étiquettes et 47 étiquettes de travail. Leur application a été comptabilisée de la manière suivante : seules les étiquettes et sous-étiquettes ont été attachées à une citation dans un premier temps ; la somme des codes appliqués a été appliquée à chacun des sous-thèmes et thèmes parents. Si deux codes différents appartenant à un même thème sont appliqués une fois chacun à une citation, le thème parent sera comptabilisé deux fois pour cette citation. Cette subtilité doit être notée dans la mesure où le logiciel utilisé pour cette analyse ne comptabilise qu'un code thème dans ce cas figure.

Dans les deux cas de figures, le total de codes appliqués inclut uniquement les étiquettes et sous-étiquettes ; compte tenu de cette méthode de calcul, 735 codes ont été appliqués dans notre étude, soit 1,4 code par citation en moyenne et 61,6 codes par participant en moyenne (ET=34).

Dans le Tableau 1, l'ensemble des résultats de cette analyse sont présentés dans un ordre décroissant par rapport au nombre de codes appliqués, indiqués en fréquence pour les thèmes, et en total brut pour les sous-thèmes. En considérant une proportion équitable entre les 7 thèmes généraux, nous pouvons évaluer les résultats observés par rapport à une proportion attendue de 14,28 %. En

considérant une proportion équitable entre les 7 thèmes généraux, nous pouvons évaluer les résultats observés par rapport à une proportion attendue de 14,28 %. Les trois principaux thèmes qui ressortent ($> 14.28 \%$) sont "les jeux vidéos et le divertissement", "la dimension sociale", ainsi que "le gameplay et l'immersion". "Les Facteurs d'acceptabilité" ont été traités de manière modérée ($\approx 14.28 \%$), tandis que le *serious game*, l'accessibilité et l'utilisabilité, et la pratique antérieure représentent des proportions faibles du matériel analysé ($< 14.28\%$).

Tableau 1 : Thèmes généraux, sous-thèmes et étiquettes de l'arbre thématique, et données quantitatives associées

Thèmes Généraux	Thèmes spécifiques	Etiquettes	codes appliqués	Sujets impliqués	
Jeux Vidéo et Divertissements	<u>Rejet des JV</u> 77 codes / 65 citations 12/12 Participants	<i>appréciation négative des jeux testés</i>	61	12	
		<i>pas d'intérêt pour les JV</i>	10	6	
		<i>préférence pour activités actuelles</i>	2	2	
		<i>pas d'intérêt pour les activités au domicile</i>	2	1	
		<i>préférence pour le jeu réel (vs informatisé)</i>	2	1	
	24 % des codes appliqués 29 % des citations 12/12 Participants	<u>Le jeu vidéo comme loisir</u> 65 codes / 55 citations 12/12 Participants	<i>appréciation positive des jeux testés</i>	47	11
			<i>Divertissement Potentiel</i>	10	5
			<i>JV et autres activités complémentaires</i>	5	3
			<i>favorable aux JV</i>	3	3
		<u>référence aux Loisirs actuels</u> 37 codes / 35 citations 12/12 Participants	<i>référence à d'autres divertissements</i>	13	8
			<i>Jeux traditionnels</i>	12	7
			<i>Jeux de cartes</i>	5	4
			<i>Chiffres et Lettres</i>	4	4
			<i>distinction entre JV, jeux informatisés et jeux traditionnels</i>	3	3

Thèmes Généraux	Thèmes spécifiques	Etiquettes	codes appliqués	Sujets impliqués
Dimension sociale 18 % des codes appliqués 21 % des citations 12/12 Participants	activité sociale 49 codes / 40 citations 11/12 Participants	<i>jouer avec ses petits-enfants</i>	11	5
		<i>préférence pour le jeu en groupe</i>	7	6
		<i>intérêt dans les clubs et MDR</i>	6	3
		<i>JV sur le lieu de travail</i>	6	2
		<i>jouer en famille</i>	5	3
		<i>adversaires en ligne</i>	4	3
		<i>ne se voit pas jouer seule au domicile</i>	4	2
		<i>activité intergénérationnelle</i>	3	2
		<i>connaitre ses partenaires</i>	2	1
		<i>jouer avec ses collègues</i>	1	1
	Isolement social et addiction 32 codes / 29 citations 12/12 Participants	<i>pas de risques d'isolement</i>	10	9
		<i>référence aux jeux d'argent</i>	7	3
		<i>association isolement et domicile</i>	7	1
		<i>risque d'addiction</i>	6	5
		<i>risque d'isolement</i>	2	2
	Occupation solitaire 29 codes / 25 citations 8/12 Participants	<i>les petits-enfants ne jouent pas aux JV</i>	7	5
		<i>préférence pour le jeu seul</i>	7	3
		<i>joue seul par défaut</i>	6	2
		<i>intérêt de l'adversaire virtuel</i>	5	3
		<i>intérêt d'une occupation au domicile</i>	3	1
		<i>n'aime pas les spectateurs</i>	1	1
	Performances et compétition 24 codes / 24 citations 10/12P	<i>possibilité de progresser</i>	7	4
		<i>préférence pour les meilleures performances</i>	4	4
		<i>rejet de la compétition</i>	4	2
<i>possibilité d'évaluer ses performances</i>		3	3	
<i>adversaires de niveau équivalent</i>		2	2	
<i>performances pas important</i>		2	2	
<i>comparer les performances</i>		1	1	
<i>émulation entre joueurs</i>		1	1	

Thèmes Généraux	Thèmes spécifiques	Etiquettes	codes appliqués	Sujets impliqués
Gameplay et Immersion 16 % des codes appliqués 19 % des citations 12/12 Participants	<u>Rapport à la réalité</u> 35 codes / 34 citations 11/12 Participants	<i>proximité réel et virtuel</i>	15	8
		<i>pas d'intérêt pour le fantastique</i>	5	3
		<i>intérêt pour l'imaginaire</i>	5	2
		<i>préférence pour jeux proches d'une activité réelle</i>	4	4
		<i>Intérêt des simulateurs</i>	4	3
		<i>importance de susciter l'instinct de survie</i>	1	1
		<i>intérêt pour des activités nouvelles</i>	1	1
	<u>Concepts de jeu</u> 35 codes / 29 citations 10/12 Participants	<i>préférence pour les jeux de réflexion</i>	9	6
		<i>préférence pour un équilibre entre action et réflexion</i>	7	5
		<i>jeux de gestion</i>	7	3
		<i>intérêt pour les jeux créatifs</i>	6	4
		<i>intérêt pour l'acquisition de nouvelles connaissances</i>	5	4
	<u>Engagement dans l'activité</u> 30 codes / 24 citations 9/12 Participants	<i>enquêtes policières</i>	1	1
		<i>Temps occupé</i>	11	5
		<i>Exigeant cognitivement</i>	7	6
		<i>risque de lassitude</i>	3	3
		<i>besoin de gagner</i>	3	3
		<i>besoin de variété</i>	3	2
		<i>mobilise la pensée</i>	2	2
		<i>Evasion</i>	1	1
<u>Richesse de l'offre</u> 17 codes / 17 citations 8/12 Participants	<i>variabilité des goûts personnels</i>	10	5	
	<i>intérêt pour la plupart des genres</i>	4	4	
	<i>intérêt variable selon les jeux</i>	1	1	
	<i>univers réaliste ou fantastique</i>	1	1	
	<i>pas de préférence jeu seul ou en groupe</i>	1	1	

Thèmes Généraux	Thèmes spécifiques	Etiquettes	codes appliqués	Sujets impliqués	
Facteurs d'Acceptabilité	<u>Violence dans les jeux</u> 55 codes / 45 citations 10/12 Participants	<i>Violence et jeunesse</i>	24	7	
		<i>le bénéfice cognitif ne justifie pas la violence</i>	9	7	
		<i>dérangé par le contexte de guerre</i>	7	5	
		<i>trop de violence à la TV</i>	5	4	
		<i>rejet d'un jeu violent</i>	4	2	
		<i>rejet des images violentes</i>	3	3	
		<i>jeu de tir acceptable si les adversaires répondent</i>	2	2	
		<i>les femmes rejettent plus la violence</i>	1	1	
	14 % des codes appliqués 18 % des citations 11/12 Participants	<u>Rapports aux Technologies</u> 38 codes / 34 citations 6/12 Participants	<i>critique des nouveaux comportements (smartphone)</i>	15	3
			<i>rapports aux NT</i>	11	3
			<i>intérêt pour la performance technique</i>	4	4
			<i>association pc et travail</i>	3	1
			<i>pas d'intérêt pour les NT</i>	3	1
			<i>attirait pour les NT</i>	2	1
			<i>Question d'âge</i>	7	1
<u>Différences Générationnelles</u> 14 codes / 14 citations 5/12P	<i>JV pour les enfants et ados</i>	2	2		
	<i>JV pas adapté aux PA</i>	2	2		
	<i>rejet de l'infantile</i>	2	2		
	<i>vie actuelle trop rapide</i>	1	1		

Thèmes Généraux	Thèmes spécifiques	Etiquettes	codes appliqués	Sujets impliqués
Accessibilité et Utilisabilité 12 % des codes appliqués 14 % des citations 12/12 Participants	<u>Budget</u> 28 codes / 25 citations 11/12 Participants	<i>préférence pour JV gratuits</i>	14	10
		<i>intention d'achat</i>	6	3
		<i>prix élevé de l'équipement</i>	3	3
		<i>intérêt de l'occasion/location/prêts des jeux</i>	3	2
		<i>existence des jeux pour support mobiles</i>	2	2
	<u>Jouabilité</u> 23 codes / 20 citations 6/12 Participants	<i>besoin d'apprentissage</i>	8	2
		<i>préférence pour jeux moins rapides</i>	5	3
		<i>importance de niveaux évolutifs</i>	5	3
		<i>importance du feedback</i>	2	1
		<i>préférence pour le réalisme</i>	2	1
		<i>rejet des jeux trop rapides</i>	1	1
	<u>Support Matériel</u> 18 codes / 17 citations 6/12 Participants	<i>Ordinateur</i>	8	5
		<i>intérêt pour la tablette</i>	4	1
		<i>trop d'équipement à ajouter (console)</i>	2	2
		<i>installation fastidieuse</i>	2	1
		<i>pas de support privilégié</i>	1	1
		<i>intérêt du kinect pour commander la télévision</i>	1	1
	<u>IHM</u> 17 codes / 17 citations 6/12 Participants	<i>importance de la taille d'écran</i>	6	2
		<i>mauvaise lisibilité de la vue subjective (FPS)</i>	5	3
		<i>supporte mal l'écran</i>	5	2
<i>préférence pour une manette physique (kinect)</i>		1	1	

Thèmes Généraux	Thèmes spécifiques	Etiquettes	Codes appliqués	Sujets impliqués	
Serious Game <hr/> 9 % des codes appliqués 11 % des citations 12/12 Participants	<u>JV et Stimulation cognitive</u> 41 codes / 33 citations 12/12 Participants	<i>importance de la stimulation</i>	19	10	
		<i>intérêt pour un jeu thérapeutique</i>	6	5	
		<i>référence jeux cognitifs TV5</i>	7	3	
		<i>JV plus exigeant que les divertissements traditionnels</i>	3	3	
		<i>la stimulation peut être simple</i>	3	3	
		<i>intérêt pour le transfert cognitif</i>	2	2	
			SMR	1	1
		<u>Stimulation Physique</u> 18 codes / 18 citations 11/12 Participants	<i>intérêt pour les jeux physiques</i>	7	6
			<i>physique et sédentaire complémentaires</i>	7	5
			<i>préférence pour activités extérieures</i>	3	2
			<i>évidence d'un jeu adapté</i>	1	1
		<u>Restrictions dues à l'âge</u> 10 codes / 10 citations 4/12 Participants	<i>ralentissement lié à l'âge</i>	5	4
			<i>troubles articulaires</i>	2	1
	<i>troubles cognitifs</i>		2	1	
	<i>restrictions physiques liées à l'âge</i>		1	1	

Thèmes Généraux	Thèmes spécifiques	Etiquettes	Codes appliqués	Sujets impliqués	
Pratique des JV 6 % des codes appliqués 7 % des citations 11/12 Participants	<u>Jeux informatisés</u> 19 codes / 14 citations 5/12 Participants	<i>Solitaire</i>	11	5	
		<i>Scrabble</i>	4	2	
		<i>intérêt du jeu de cartes informatisé</i>	2	1	
		<i>Majong</i>	1	1	
		<i>échecs en ligne</i>	1	1	
	<u>référence à l'expérience wii</u> 16 codes / 14 citations 7/12 Participants	<i>préférence pour le bowling</i>	8	5	
		<i>préférence pour le tennis</i>	8	5	
		<i>pas d'expérience antérieure</i>	4	3	
		<i>DUFUS</i>	2	1	
		<u>Autres expériences</u> 12 codes / 12 citations 7/12 Participants	<i>expérience en club</i>	2	1
			<i>Pong</i>	1	1
			<i>Tetris</i>	1	1
			<i>démineur</i>	1	1

6. Description des thématiques principales

Il s'agit à présent de décrire plus précisément quelle réalité se cache derrière les thèmes principaux. Nous proposons donc de reprendre chaque thème afin d'en dessiner les grandes lignes.

a. *Jeux Vidéo et divertissements*

Ce thème regroupe l'ensemble des informations qui permettent de comprendre comment les participants évaluent le rapport entre les jeux vidéo et le divertissement. Ce thème prend en compte une proportion importante du matériel traité ; cette prégnance s'explique en partie par l'inclusion des commentaires relatifs à la prise en main des jeux présentés au début de chaque focus groupes. La grande majorité de ces commentaires concernait des réponses affectives très immédiates, permettant d'évaluer les jeux testés sur la base du plaisir pris à y jouer (Tableau 2).

Le premier point important dans cette thématique est le rejet des jeux vidéo présentés d'une part, et le rejet des jeux vidéo en général d'autre part, en tant que divertissement potentiel. Concernant les jeux essayés, tous les participants se sont exprimés négativement envers au moins l'une des trois activités proposées : les principaux reproches concernaient la rapidité excessive des jeux, l'aspect infantile des univers virtuels (7 participants sur 12), les difficultés à les contrôler, et le manque de réflexion des *gameplays* proposés. Cependant, d'un point de vue plus général, seulement la moitié des participants ont élargi ce rejet à l'ensemble des jeux vidéo. Le terme "rejet" est peut-être ici un peu fort et renvoie essentiellement à un manque d'intérêt pour cette activité, ou une préférence appuyée pour les loisirs actuels.

De manière presque équivalente, de nombreux commentaires positifs sur les jeux testés ont été également recueillis. Cette ambivalence apparente s'explique très bien par l'hétérogénéité de l'expérience (trois jeux différents dans leur prise en main et leur objectif). A ce titre, la totalité des participants qui s'expriment

Tableau 2 : Jeux Vidéo et Divertissements

Sous-Thèmes	Etiquettes	Exemple de citations
Rejet des Jeux Vidéo	appréciation négative des jeux testés	<i>Je n'ai pas aimé. Je n'ai pas trouvé ça amusant. Je n'ai pas aimé la tablette. Je trouve ça fatigant.</i>
	pas d'intérêt pour les Jeux Vidéo	<i>ça ne m'intéresse absolument pas.</i>
	préférence pour activités actuelles	<i>Si on me demande de choisir entre mes activités actuelles et les jeux vidéos, je choisirai mes activités actuelles car les jeux ça fait rester sur soi-même.</i>
	pas d'intérêt pour les activités au domicile	<i>Il vaut peut être mieux passer la porte et sortir dehors... Plutôt que rester deux heures devant un truc comme ça.</i>
	préférence pour le jeu réel (vs informatisé)	<i>Mais là aussi, je préfère le lego en vrai car il y a l'enjeu de l'équilibre... sur l'écran on peut faire ce qu'on veut mais en réalité, c'est différent.</i>
Le jeu vidéo comme loisir	appréciation positive des jeux testés	<i>Ecoûtez, à nous voir rire, je pense que c'est sans commentaires!</i>
	Divertissement Potentiel	<i>C'est un passe-temps amusant, distrayant, ça ne m'a pas déplu du tout...ça me tenterait si j'avais vraiment d'occasions...je jouerai...</i>
	JV et autres activités complémentaires	<i>Il faut un peu les deux...il faut avoir des activités mais de temps en temps il faut se détendre...</i>
	favorable aux JV	<i>Je ne joue pas beaucoup, mais j'aime bien!</i>
	référence à d'autres divertissements	<i>Je préfère un bon film ou un très bon vieux film.</i>
Référence aux loisirs actuels	Jeux traditionnels	<i>C'est un peu le principe de lego. Avec mes fils on jouait au lego, c'est peut être pour ça je j'aime ça...</i>
	Jeux de cartes	<i>Eh bien personnellement, il y a quelques années, j'ai fait un peu aussi de solitaire. C'était d'ailleurs d'une part avec des cartes vraies, et puis ensuite sur écran informatique, sur ordinateur quoi !</i>
	Chiffres et Lettres	<i>Moi, je joue beaucoup au Sudoku... c'est le seul jeu qui m'empêche de penser... je suis droguée...</i>
	distinction entre JV, jeux informatisés et jeux traditionnels	<i>Alors par rapport aux autres, il faut écarter d'emblée les jeux sur un autre support ? ou non ? Voilà, c'est ça la question. (FG1, 73 ans)</i>

positivement ont indiqué une préférence pour les jeux de sur tablettes, tandis qu'un seul participant n'a reconnu aucune qualité à aucun des jeux proposés. Amusant est le qualificatif qui revient le plus souvent, ainsi que stimulant. Cinq participants au total ne jugeaient pas le jeu infantile, par opposition aux sept autres évoqués précédemment. De manière plus générale, un peu moins de la moitié des participants considéraient les jeux vidéo comme un divertissement potentiel, et comme une activité complémentaire et compatible avec leurs loisirs actuels.

En marge de ce positionnement ambigu des jeux vidéo comme divertissement potentiel, plusieurs commentaires ont permis d'identifier les loisirs actuels de nos participants. Ils citent donc volontiers le cinéma, en salle ou à la télévision, le théâtre, la lecture et la musique. Mais les jeux traditionnels sont également évoqués comme le Scrabble ou les échecs, mais aussi les Lego ou le Rubik's Cube, lorsque le modérateur décrit le jeu Minecraft (jeu de gestion en monde ouvert) ou le célèbre Tetris. Les jeux de cartes (Solitaire, Poker, Belotte) et les jeux papier-crayon de chiffres et de lettres (Sudoku, mots-fléchés, etc.) semblent également pratiqués par plusieurs participants. Il paraît intéressant de mentionner une intervention, marginale d'un point de vue quantitatif, mais pertinente par rapport à notre champ d'investigation. Ce participant s'interroge en effet sur les différences qui existent entre les différents types de divertissement, que ce soit le jeu vidéo, le jeu traditionnel informatisé et le jeu traditionnel. La conclusion tacite de cette remarque semblait confirmer la présence d'un écran comme principal critère différenciant un jeu vidéo d'un jeu traditionnel.

b. Dimension Sociale

La dimension sociale des jeux vidéo était une seconde thématique forte de ces focus groupes (Tableau 3). Elle semble d'autant importante que le sous-thème le plus représenté concernait le caractère collectif du jeu vidéo. Ainsi, de manière plutôt attendue, le jeu vidéo était fortement associé à une activité à partager avec ses petits-enfants ou en famille. Certains participants ont particulièrement insisté sur l'aspect multi-générationnel de ce type d'activité. D'une manière plus globale, la moitié des participants préfèrent le jeu avec un ou plusieurs partenaires. De

Tableau 3 : Dimension Sociale

Sous-Thèmes	Etiquettes	Exemple de citations (Session, Age)
activité sociale	jouer avec ses petits-enfants	<i>c'est bien pour jouer avec ses petits-enfants ça, ou ses neveux et nièces.</i>
	préférence pour le jeu en groupe	<i>Je serai contente de jouer avec d'autres...dans un club...où sur un lieu de vacances...</i>
	intérêt dans les clubs et MDR	<i>Je pense que ces choses là, ça devrait être développées dans les clubs et dans les maisons de retraites.</i>
	JV sur le lieu de travail	<i>que font les gens au travail ? C'est vrai que je jouais au solitaire aussi au boulot</i>
	jouer en famille	<i>ça serait amusant si on joue en famille.</i>
	adversaires en ligne	<i>J'ai vu mon petit-fils faire ça pour les échecs. Il jouait comme aux échecs, et je l'ai vu jouer</i>
	ne se voit pas jouer seule au domicile	<i>Ah bah oui, tout seul, ça a pas trop de charme...</i>
	activité intergénérationnelle	<i>Voilà, à tout âge, et on peut jouer tous ensemble.</i>
	connaître ses partenaires	<i>Mais un partenaire sympathique, ou une partenaire d'ailleurs, c'est très stimulant !</i>
	jouer avec ses collègues	<i>oui c'est une mise en route entre collègues.</i>
Isolement social et addiction	pas de risques d'isolement	<i>d'après ce qu'on entend là, je ne le pense pas.</i>
	référence aux jeux d'argent	<i>On est tenté, on est tenté, et j'ai pris conscience de ça quand j'ai fait mon premier jeu, mais tous ces jeunes et moins jeunes qui sont accros au jeu, tous ces gens qui sont accros au poker ou des choses comme ça, qui misent de l'argent, j'ai fini par comprendre cette attirance, vous voyez ?</i>
	association isolement et domicile	<i>Oui, mais ça vous isole, vous ne sortez pas de chez vous. Donc automatiquement vous êtes isolés.</i>
	risque d'addiction	<i>ce qu'il y a c'est qu'on peut développer des addictions... et surtout si on ne sait pas que notre cerveau peut avoir une faiblesse sur ce point là... on peut devenir addict.</i>
	risque d'isolement	<i>Enfin « isolement social », oui, ça, ça isole les gens.</i>

Occupation solitaire	les petits-enfants ne jouent pas aux JV	<i>Ah bah ils sont trop grands.</i>
	préférence pour le jeu seul	<i>Je préfère jouer seul</i>
	joue seul par défaut	<i>Encore une fois, à un certain âge, on est plus souvent seul, donc le choix est un peu imposé.</i>
	intérêt de l'adversaire virtuel	<i>Mais avec les nouveaux jeux qu'il y a, même si on est tout seul au domicile, il y a des jeux qui vous proposent un adversaire fictif... On peut très bien jouer contre un autre virtuel...</i>
	intérêt d'une occupation au domicile	<i>Les jours où il pleut !</i>
Performances et compétition	n'aime pas les spectateurs	<i>Je joue bien seul contre l'ordi. Mais je n'aime pas quand il y a d'autres autour</i>
	possibilité de progresser	<i>Si on s'entraîne tous les soirs et au bout d'un certain temps on devient très performant.</i>
	préférence pour les meilleures performances	<i>en générale, ...on ne se fait pas mal au moral. on aime bien faire ce qu'on pratique le mieux</i>
	rejet de la compétition	<i>mais comme plusieurs personnes, je préfère jouer seule... il n'y a pas de compétition...la compétition ne m'intéresse pas tellement</i>
	possibilité d'évaluer ses performances	<i>pour voir ce qu'on est encore capable de faire</i>
	adversaires de niveau équivalent	<i>Mais moi je trouve très amusant qu'on soit sur un pied d'égalité, on sait pas, on sait pas, c'est tout ! C'est drôle !</i>
	performances pas importantes	<i>moi alors que je réussisse ou pas, ça m'égale.</i>
	comparer les performances	<i>c'est presque plus amusant de voir les autres jouer... ça me fait plaisir, parce qu'ils jouent peut être mieux que nous, mais comme ils font des bêtises aussi...</i>
émulation entre joueurs	<i>Avec mes petits enfants c'était une espèce d'émulation...dès fois, ils prenaient mon jeu et ils faisaient avancer... c'était vraiment du jeu pour le jeu...</i>	

manière plus étonnante, la pratique des jeux vidéo sur le lieu de travail est évoquée par un quart des participants ; et cette activité pouvait être pratiquée entre collègues malgré des références à des jeux individuels (Démineur ou Solitaire). Enfin, plusieurs participants ont souligné la pertinence du média dans les institutions pour personnes âgées.

L'évidence du jeu social trouve un écho dans la sous-thématique liée au risque d'isolement, ou plutôt à l'absence de ce risque puisque neuf participants sur douze ne considèrent pas que le jeu vidéo puisse isoler le joueur. En revanche, le risque d'addiction est relevé par plusieurs participants qui s'appuient en partie sur le phénomène d'aspiration dans l'activité ressenti par certains d'entre eux, mais aussi sur l'image péjorative liée à la pratique des jeux d'argent.

Bien que plusieurs participants aient constaté l'aspect social du jeu vidéo , d'autres ont insisté sur le fait qu'il s'agissait d'une occupation individuelle. Un quart des participants ont insisté sur l'importance de cette solitude, de leur point de vue. Néanmoins, le caractère individuel apparaît pour d'autres comme une obligation : la solitude imposée des personnes âgées est évoquée, et la majorité des petits-enfants semble trop âgée ou trop jeune pour partager cette activité avec leurs grands-parents. Ce dernier aspect renforce la préférence générale pour le jeu social, et l'intérêt de l'adversaire virtuel pour compenser l'absence de partenaires.

Un dernier axe a été intégré à la problématique sociale : la question des performances et de la compétition, qui nous a paru pertinente en tant que critère de comparaison entre pairs, mais aussi sous l'angle de l'estime de soi. Les possibilités de progression et d'amélioration des performances sont mises en avant par un tiers de participants, ainsi qu'une préférence pour des jeux où ils sont plus en situation de réussite. Par ailleurs, certains participants rejettent toute forme de compétition ; il paraît intéressant de préciser qu'il s'agit des participants qui préfèrent jouer seuls. De manière plus marginale et moins explicite, plusieurs commentaires évoquent l'intérêt d'un équilibre des performances entre adversaires, afin de permettre une émulation positive.

c. Gameplay et Immersion

La constitution de cette thématique s'est basée sur les éléments permettant de mieux comprendre les attentes en termes de concepts de jeu, mais aussi d'évaluer le rapport aux mondes virtuels et les critères d'immersion dans un jeu (Tableau 4).

De ce point de vue, le rapport entre les mondes virtuels évoqués et la réalité émerge régulièrement au fil des discussions. Tout d'abord, une majorité des participants (8/12) tend à comparer l'univers virtuel avec la réalité, que ce soit pour évoquer l'aptitude à la conduite, ou pour souligner l'importance de la gravité dans un jeu de construction. Les investigateurs cherchaient également à explorer l'attrait pour des univers fantaisistes : les avis semblaient assez tranchés à ce propos, mais seuls cinq participants se prononçaient à ce propos. Nous pouvons retenir que cet attrait est fortement relié à d'autres médias tels que le cinéma ou la littérature. De manière plus marginale, certains participants soulignaient leur préférence pour des activités virtuelles similaires à des activités réelles, ou insistaient sur l'intérêt des simulateurs dans le cadre d'une formation (journalisme de guerre, conduite, aviation).

Les nombreux retours négatifs sur les jeux présentés durant le focus groupe ont servi de support pour définir les concepts de jeux les plus attrayants pour nos participants. Un consensus s'est orienté vers des jeux de réflexion, en particulier la gestion de ressources (le jeu DOFUS était particulièrement concerné) et l'évaluation/acquisition de connaissances (quizz, jeux culturels). Néanmoins, un gameplay basé sur l'action n'était pas totalement exclus ; les participants ont surtout insisté sur l'intérêt de l'associer à plus de réflexion, et de considérer une action moins basée sur les réflexes. L'aspect créatif a également remporté un succès relatif (un quart des participants) : l'objectif de créer librement à partir d'un matériau virtuel a séduit, en particulier pour la grande liberté d'action qu'il propose. Du point de vue de ces participants, le concept de jeu créatif semblait néanmoins confondu avec les jeux de gestion, comme la construction d'une ville et la gestion de ses ressources.

Tableau 4 : *Gameplay* et Immersion

Sous-Thèmes	Etiquettes	Exemple de citations
Rapport à la réalité	proximité réel et virtuel	<i>Heureusement que quand je conduis, ça ne se passe pas comme ça, parce que là...</i>
	pas d'intérêt pour le fantastique	<i>Moi, je suis pas tellement pour l'imaginaire, parce que je n'aime pas les films fantastiques, j'aime pas la science-fiction, j'aime pas du tout tout ça, donc je l'élimine en ce qui ME concerne.</i>
	intérêt pour l'imaginaire	<i>Mais il y a de l'imaginaire superbe, par exemple des films fantastiques qui sont..., et puis d'autre, c'est débillard quoi !</i>
	préférence pour jeux proches d'une activité réelle	<i>Ça j'aime bien parce que j'ai joué au bowling jadis.</i>
	Intérêt des simulateurs	<i>c'est bien pour les journalistes qui doivent s'entraîner sur un terrain de guerre. pour ces soldats, en face, il y a des tireurs aussi. Il ne faut pas se faire tuer. [...] Je pense que c'est parce qu'on se met sur une position avec la notion de mort qui nous rappelle cet instinct de survie qui se réveille quand on est en situation de catastrophe.</i>
	importance de susciter l'instinct de survie	
	intérêt pour des activités nouvelles	<i>car c'est différent que pour l'instant, je ne sens pas le besoin d'avoir ce que je fais d'habitude.</i>
Concepts de jeu	préférence pour les jeux de réflexion	<i>oui les jeux de réflexion sont plus intéressants...ils ont plus grand intérêt que ces jeux où il faut tirer sur qq choses...</i>
	préférence pour un équilibre entre action et réflexion	<i>Mais il y a quand même une réflexion à faire en même temps, donc les deux sont combinés je trouve, et ça c'est bien !</i>
	jeux de gestion	<i>mais avant oui... c'étais les villes qu'on construisait...on se faisait des amis...ça m'amusait beaucoup...</i>
	intérêt pour les jeux créatifs	<i>c'est le côté créatif qui m'intéresse. Je serai intéressée par ça. J'aime bcp le bowling... mais j'aime beaucoup le jeu créatif parce qu'il y a une liberté.</i>
	intérêt pour l'acquisition de nouvelles connaissances	<i>Et c'est dans ce sens là que ce serait intéressant de, je sais pas, dans beaucoup de domaines, la biologie ou n'importe, il y a tellement de choses extraordinaires...</i>
	enquêtes policières	<i>c'est quelque chose qui m'a passionnée long temps et je continue à m'y intéresser</i>

Engagement dans l'activité	Temps occupé	<i>ça dépend de ce qu'on a à faire... si on est pressée, il vaut mieux ne pas rentrer dedans. Mais si on avait du temps, après tout, ce n'est pas grave.</i>
	Exigeant cognitivement	<i>c'est la première fois que je joue et notre cerveau n'est pas habitué à cela. Il faut regarder et faire attention partout.</i>
	risque de lassitude	<i>il faut qu'il y en ait de nouveaux sinon je me lasse</i>
	besoin de gagner	<i>Des fois je me mets un jeu de solitaire, je n'arrête pas tant que je ne gagne pas. Des fois ça peut durer 30 minutes.</i>
	besoin de variété	<i>C'est pour ça que dans les jeux, je n'achèterai pas ça, mais il y en d'autres qui m'intéresserait</i>
	mobilise la pensée	<i>Moi j'ai passé deux heures, et j'ai tout oublié pendant ce temps là, et ça, c'est formidable !</i>
Richesse de l'offre	Evasion	<i>et moi, personnellement, c'est un moyen de m'évader, extraordinaire !</i>
	variabilité des goûts personnels	<i>C'est pour ça qu'on peut avoir des jeux très différents, car il en faut pour tous les goûts !</i>
	intérêt pour la plupart des genres	<i>moi on peut me présenter n'importe quel jeu, je suis pour</i>
	intérêt variable selon les jeux	<i>ça dépend quel jeu</i>
	univers réaliste ou fantastique	<i>Les deux, les deux...</i>
	pas de préférence jeu seul ou en groupe	<i>Je n'ai pas de préférence. ça dépend des moments.</i>

La question de l'engagement dans l'activité a émergé au travers de l'expérience de certains participants dans des jeux informatisés ou des jeux traditionnels, expérience qui consistait à oublier le temps qui passe durant une session de jeu. Cet aspect était fortement corrélé au besoin de gagner d'une part, et à l'intérêt de mobiliser la pensée d'autre part (neutraliser les effets délétères de la solitude). Par ailleurs, plusieurs participants soulignaient l'exigence cognitive des jeux vidéo, en particulier dans la qualité des réflexes requis, et la mobilisation des ressources attentionnelles. Cet aspect est considéré comme un point à prendre en compte, mais pas pondéré positivement ou négativement. Du point de vue de l'engagement, le risque de lassitude existe, et il paraît nécessaire pour deux participants de renouveler fréquemment l'expérience de jeu.

Ce dernier point nous amène à considérer l'hétérogénéité de la population étudiée : une majorité de participants ont insisté sur l'individualité des besoins en termes de divertissements, et la nécessité d'y répondre. De manière plus marginale, certains participants indiquaient un intérêt pour les jeux en général, indépendamment de leurs concepts.

d. Facteurs d'Acceptabilité

Ce thème regroupe des considérations plus générales sur le rapport des participants aux jeux vidéo en tant que média. La violence mise en avant dans certains jeux suscitent bien entendu de nombreux échanges entre les participants, le rapport à la technologie et l'importance des différences intergénérationnelles sont également évoquées, dans des proportions moindres (Tableau 5).

La notion de violence dans les jeux vidéo a été abordée par la présentation d'un jeu de type First-Person-Shooter, mettant en scène une *guérilla* urbaine. Le rejet de la violence dans les jeux a été unanime, mais essentiellement cristallisé autour de la fragilité des jeunes joueurs face à cette violence virtuelle. Ainsi, les participants ont essentiellement affirmé un rejet de principe, lié à l'impact de ces jeux sur les adolescents et les jeunes adultes. En recentrant la discussion sur leur rapport à la violence, la simulation de la guerre est apparu comme le facteur le plus dérangeant ; tirer sur des cibles vivantes ne présentait pas d'intérêt pour la

Tableau 5 : Facteurs d'acceptabilité

Sous-Thèmes	Etiquettes	Exemple de citations
Violence dans les jeux	Violence et jeunesse	<i>Je ne trouve pas ça intelligent car maintenant on voit les jeunes commencent à tirer sur n'importe qui. Je pense que pour les esprits un peu dérangés qui passent les heures sur les jeux...</i>
	le bénéfice cognitif ne justifie pas la violence	<i>Non, mais vous avez raison, la concentration, la lucidité, la vigilance est un des traits qu'il faut cultiver, mais pas en étripant des...</i>
	dérangé par le contexte de guerre	<i>Et puis ces images là on les voit quotidiennement à la télé en Syrie. On s'habitue à la guerre mais il en a marre. le principe de la guerre qui me dérange</i>
	trop de violence à la TV	<i>De toute façon, tous les films, c'est des films policiers où pan-pan, on tue, ou des films de guerre, ou des trucs comme ça, alors bon...</i>
	rejet d'un jeu violent	<i>Tous ce qui est agressif, non...</i>
	rejet des images violentes	<i>Alors moi à la télévision, je ne regarde jamais ce qui est au-dessus de... moins de 10 ans ça passe encore, mais moins de 12 ans, je le regarde pas, alors c'est vous dire !</i>
	jeu de tir acceptable si les adversaires répondent	<i>pour ces soldats, en face, il y a des tireurs aussi. Il ne faut pas se faire tuer. Alors que s'il y avait des animaux, je ne tirais sur aucun animal à part s'il y a un ours qui m'attaque.</i>
	les femmes rejettent plus la violence	<i>d'abord, on n'est que les femmes...on n'est pas portée sur la guerre.</i>

Rapports aux Technologies	critique des nouveaux comportements (smartphone)	<i>Vous êtes dans le métro ou dans l'autobus, 50 fois ils sortent leur téléphone pour voir s'ils n'ont pas un message, mais c'est des esclaves ces gens là.</i>
	rapports aux NT	<i>La dialectique du maître et de l'esclave, il faut que votre machine quelle qu'elle soit votre esclave, mais que vous soyez pas son esclave.</i>
	intérêt pour la performance technique	<i>On peut au passage saluer l'exploit technique du système. Qu'on veuille le faire ou pas, en soi, c'est une belle réalisation.</i>
	association pc et travail	<i>Pour moi, l'ordinateur c'est le travail. Je l'ai connu un peu sur mon travail, je dis bien un peu, parce que j'ai arrêté de travailler il y a maintenant 15 ans, donc j'ai travaillé un peu sur ordinateur, et pour moi ordinateur égale travail.</i>
	pas d'intérêt pour les NT	<i>Moi je suis une « papier-vore »</i>
	attirait pour les NT	<i>Ecoûtez, moi, Google, ça m'a changé la vie !</i>
Différences Générationnelles	Question d'âge	<i>Et justement, pour des gens d'un certain âge, ça c'est valable.</i>
	JV pour les enfants et ados	<i>Je trouve que c'est pour les enfants, pour les adolescents.</i>
	JV pas adapté aux PA	<i>On n'a pas encore pensé à concevoir des programmes pour les personnes de certain âge</i>
	rejet de l'infantile	<i>Mais il ne faut pas que ce soit un imaginaire trop infantile.</i>
	vie actuelle trop rapide	<i>Je trouve d'ailleurs que cette notion de rapidité et d'accélération, c'est peut être lié à mon âge, mais j'en ai discuté aussi avec de jeunes adultes qui trouvent aussi que tout est trop accéléré.</i>

majorité des participants, en particulier si ces cibles sont sans défense. L'argument d'une stimulation cognitive associée à ce type de jeu n'a pas semblé pertinent pour la majorité des participants ; ils ont néanmoins proposé de modifier l'univers du jeu afin de proposer un contenu non-violent, mais qui conserve les propriétés stimulantes du jeu décrit.

En marge de cette discussion, nous avons pu identifier certains éléments informatifs sur les rapports des participants aux nouvelles technologies. Il apparaît que des technophiles s'opposent à des technophobes. Certains participants apportaient du recul en nuancant leur l'utilité potentielle de la technologie ; la machine doit donc se soumettre aux besoins de l'utilisateur et non l'inverse. Il s'agit d'un thème peu consistant au regard du matériel analysé. Nous retiendrons essentiellement que si certains participants sont des utilisateurs réguliers de leur ordinateur et/ou de leur smartphone, d'autres décrivent un manque d'intérêt explicite pour l'informatique ou les nouvelles technologies. Nous pouvons également signaler également une critique virulente des comportements associés au téléphone portable, lors d'une digression qu'il fut difficile d'interrompre.

Les différences intergénérationnelles étaient également évoquées au détour des différents sujets abordés. Cette thématique n'est pas suffisamment solide pour permettre une interprétation fiable, mais les quelques citations concernées indiquent que les jeux vidéo tendent à être perçus comme un divertissement pour des enfants ou des adolescents, et qu'ils ne sont pas destinés aux personnes âgées. De même, la plupart des participants rejettent les univers destinés aux enfants. D'une manière générale, il apparaît que l'âge compte, et doit être pris en compte, pour qu'un jeu vidéo soit adapté à des joueurs âgés.

e. Accessibilité et Utilisabilité

Cette thématique regroupe les éléments associés au coût financier, aux critères de jouabilité (du point de vue du jeu vidéo) et d'utilisabilité (du point de vue de l'interaction homme-machine), ainsi qu'à l'équipement matériel pour accéder aux jeux vidéo (Tableau 6).

En ce qui concerne le coût financier, le point de vue de l'ensemble des participants était très clair : le jeu vidéo ne peut être considéré que comme un divertissement gratuit. Ce résultat est évident en soi, puisque la majorité de la population préfère éviter des dépenses dispensables, mais reste aussi cohérent dans la mesure où une proportion significative de nos participants avait faible attrait pour les jeux vidéo. A ce titre, les participants les plus familiarisés avec le jeu informatisé ou les nouvelles technologies ont souligné que l'existence du marché des jeux gratuits (internet ou magasins applicatifs dans le domaine de la mobilité) ne favorise pas l'intention d'investir dans ce divertissement. Le prix élevé d'une console dédiée semble également être un obstacle critique à l'investissement financier initial. Néanmoins, certaines intentions d'achat ont été rapportées, dans le cas de jeux qui correspondraient véritablement aux goûts individuels. L'intérêt de la location ou des échanges de jeux a été mentionné brièvement. Pour nos participants, ce point concernait des jeunes joueurs. En effet, nos participants discutaient à propos d'échanges de jeux entre « copains », sans se considérer comme joueur potentiel.

Concernant la jouabilité, les éléments recueillis sont essentiellement issus de la prise en main qui a eu lieu au début des focus groupes. La rapidité excessive des jeux essayés a donc amené plusieurs participants à recommander un rythme général plus lent, mais qui puisse évoluer au fur et à mesure des performances du joueur. L'exemple de Tetris (accélération de la vitesse des blocs proportionnelle au nombre de lignes réalisées) a été apprécié de ce point de vue. L'objectif d'un rythme ralenti était également rattaché à un besoin d'apprentissage : il leur paraissait nécessaire d'inclure un temps d'entraînement préalable pour bien saisir les mécanismes du jeu. De manière plus marginale, l'intuitivité de la prise en main devrait être plus proche de la situation réelle (en particulier dans le cas du jeu de simulation automobile) et des retours réguliers sur les performances seraient indispensables pour apprendre efficacement. Dans une thématique voisine, les participants ont évoqué un problème très spécifique concernant la taille de l'écran. Bien que les supports mobiles aient eu leurs préférences durant la prise en main introductive, ils ont rappelé qu'un écran trop petit devenait rapidement inconfortable. Un participant a précisé ne pas pouvoir

Tableau 6 : Accessibilité et Utilisabilité

Sous-Thèmes	Etiquettes	Exemple de citations
Budget	préférence pour JV gratuits	<i>je rentre que dans les jeux gratuits parce que je n'ai pas envie de dépenser de l'argent...</i>
	intention d'achat	<i>pour le jeu de tennis (Wii), j'avais aimé. J'avais demandé à ma fille de m'acheter</i>
	prix élevé de l'équipement	<i>Le prix peut monter jusqu'à 70 euros... alors moi je ne paierai pas pour un jeu quand même !</i>
	intérêt de l'occasion	<i>Il peut peut-être y avoir des locations aussi ?</i>
	jeux pour support mobiles	<i>Non, mais il y a des jeux, il y a des jeux sur smartphones, et il y a des jeux sur tablettes.</i>
Jouabilité	besoin d'apprentissage	<i>Non, mais il faut s'entraîner avant, ce n'est pas la première fois...</i>
	préférence pour jeux moins rapides	<i>Mais pour y jouer vraiment, pour que ce soit une partie de plaisir, il faudrait au départ un peu plus lent, qu'on ait bien assimilé le jeu, et après l'accélérer !</i>
	importance de niveaux évolutifs	<i>Par exemple, pour grimper dans la hiérarchie, dans les niveaux, activer un petit vieux qui va tout doucement, et...</i>
	importance du feedback	<i>oui... il ne nous reprend pas... il ne nous dit pas si c'est bien fait ou pas...</i>
	préférence pour le réalisme	<i>On peut faire n'importe quoi, et puis ça passe, mais pour tenir le volant faut que ça se rapproche des conditions de la réalité...</i>
	rejet des jeux trop rapides	<i>tout ce qui va à toute allure ce n'est même pas la peine d'essayer...</i>

Support Matériel	ordinateur	<i>Si on est même au lit, un peu fatiguée, on peut s'en servir, on peut être dans son fauteuil... alors que l'ordinateur, j'ai pas un portable, je ne suis pas toujours bien installée</i>
	intérêt pour la tablette	<i>Il y a des tablettes plus chères que d'autres... J'avais regardé car je compte en acheter une. Parce que ça, c'est pas le même usage que l'ordinateur, parce que l'ordinateur, moi je suis pas très bien installée...</i>
	trop d'équipement à ajouter	<i>ça fait trop de trucs à rajouter</i>
	installation fastidieuse	<i>Ils y sont déjà ?! On a mis 2 heures pour y arriver</i>
	pas de support privilégié	<i>tablette ou écran ça ne me dérange pas... je n'aurai pas de préférences...</i>
	intérêt du kinect pour commander la télévision	<i>ça c'est bien quand on perd sa télé commande. Il y a bcp de PA qui perdent leur télé commande.</i>
IHM	importance de la taille d'écran	<i>Il y a des écrans minuscules, on se demande comment les jeunes, ils arrivent à lire ça.</i>
	mauvaise lisibilité de la vue subjective (FPS)	<i>Oui, mais on voit pas qui est derrière, et puis il est tout seul ?</i>
	supporte mal l'écran	<i>Et même, vous voyez, si je regarde la télévision dans la journée, je la regarde très peu, je suis obligée de prendre des lunettes de soleil. Ah oui, ça me fait mal aux yeux.</i>
	préférence pour une manette physique (kinect)	<i>il y aurait un cercle entre les mains ça s'aurait été bien.</i>

descendre en dessous de la taille d'une tablette (i.e. une diagonale de 10 pouces, soit 25 centimètres environ), et exclut par conséquent les smartphones récents. Un autre a souligné un inconfort général face aux écrans, y compris celui de la télévision. Enfin, plusieurs remarques ou questions laissaient entendre que la vue subjective utilisée dans le FPS présenté en vidéo posait des problèmes de lisibilité. Enfin, un dernier participant soulignait une préférence pour un volant physique par rapport au Kinect.

Du point de vue du matériel, une minorité de participants était équipée d'un ordinateur (25%), mais semblait le considérer comme le support naturel des jeux vidéo. Cette idée est corrélée au fait que les personnes âgées n'ont pas l'intention d'investir dans du matériel dédié. Par rapport à l'ordinateur personnel, la tablette semble une évolution idéale pour au moins un participant. Dans des proportions marginales, des participants notaient le bénéfice de commander sa télévision avec la voix lorsqu'on perd sa télécommande, tandis que d'autres regrettaient les difficultés d'installation (initier le jeu sur Kinect s'est avéré difficile compte tenu des nombreuses personnes qui étaient identifiées par le système dans la salle).

f. Serious Game

Cette thématique regroupe l'ensemble des interventions relatives à l'idée d'un jeu vidéo stimulant et bénéfique pour la santé. En premier lieu, il convient de noter qu'elle était sous-représentée par rapport aux thématiques précédentes (Tableau 7).

Les références à la composante stimulante des jeux étaient néanmoins relativement nombreuses, et concernaient l'ensemble des participants. Ces derniers évoquaient facilement les processus cognitifs impliqués lorsque la discussion s'orientait sur un jeu en particulier, autant pour en souligner l'intérêt que pour en constater l'exigence sur le plan des ressources cognitives. Et lorsque l'idée d'un jeu thérapeutique a émergé durant les échanges, elle leur a paru globalement séduisante. Un jeu spécifique a été mis en avant par un participant pour ses qualités pédagogiques ; il s'agissait d'un jeu en ligne disponible sur le site

Tableau 7 : Serious Games

Sous-Thèmes	Etiquettes	Exemple de citations
JV et Stimulation cognitive	importance de la stimulation	<i>Ça, ça doit fait travailler le cerveau aussi pour la dextérité, l'orientation, le...</i>
	intérêt pour un jeu thérapeutique	<i>pourquoi pas. En plus, c'est une médication agréable.</i>
	référence jeux cognitifs TV5	<i>sur TV5, il y a des jeux où il y a des mots qui tombent et il faut les répartir en 2 catégories très vite. Il y a un temps à répartir les mots. Je trouve ça intéressant parce qu'il y a qq choses.</i>
	JV plus exigeant que les divertissements tradi	<i>Je pense que ça peut réveiller d'avantage.</i>
	la stimulation peut être simple	<i>Même si ça parait simple, ou simpliste je sais pas, je pense qu'il a un intérêt ce jeu.</i>
	transfert cognitif	<i>Cette concentration est-ce que ça augmente pour autres choses ?</i>
Stimulation Physique	SMR	<i>on croit que c'est stimulant mais aller savoir si c'est vraiment stimulant... on s'imagine que c'est stimulant...</i>
	intérêt pour les jeux physiques	<i>l'intérêt de montrer tout ça, c'est pour les personnes qui sont chez elles puissent faire les exercices... un peu de gymnastiques en qq sorte... ça entretien.</i>
	physique et sédentaire complémentaires	<i>ça sera la tête et les jambes : si je loupe la question je suis obligée de faire un exercice physique. Ça nous oblige de faire les 2 en même temps...</i>
	préférence pour activités extérieures	<i>je préfère remuer pour de vrai... par exemple faire du yoga...de la marche...ça oui... mais m'agiter devant l'écran !!!</i>
	évidence d'un jeu adapté	<i>ne vous inquiétez pas... ils font des jeux adaptés pour chacun.</i>
Restrictions dues à l'âge	ralentissement lié à l'âge	<i>- Est-ce que je peux compléter ? Il y a aussi le fait que, hélas, nous devenons de plus en plus lents... - Pas pour tout le monde...</i>
	troubles articulaires	<i>avec les arthroses sur les genoux, s'il faut que je fasse ça... S'il faut le faire pendant un certain temps... je serai plouf... par terre.</i>
	troubles cognitifs	<i>Comme je souffre des troubles cognitifs, ça c'est formidable parce que ça stimule et ça fait travailler le cortex et l'hippocampe... les structures du cerveau... ça entretien et ça maintien dans une bonne élasticité...</i>
	restrictions physiques liées à l'âge	<i>... en fonction de nos possibilités physiques résiduelles.</i>

de TV5, qui consistait en une série d'épreuves et de défis mentaux. Pour chacune d'entre elles, un réseau neuro-fonctionnel était associé comme la cible théorique de l'entraînement. La description de ce jeu a suscité un vif enthousiasme parmi les participants, qui comptaient bien chercher le site dès leur retour chez eux. De manière plus discrète, certains commentaires nous ont surpris en évoquant implicitement les possibilités de transfert cognitif ou l'évaluation du Service Médical Rendu.

La composante physique des nouveaux jeux a recueilli des avis partagés. Si certains participants étaient attirés par cette possibilité d'entraînement physique à domicile, d'autres rejetaient cette perspective au profit des activités extérieures réelles. Il faut noter également que le mauvais temps ne semblait pas être une raison suffisante pour suspendre ses activités habituelles. Parmi les moins réfractaires, l'idée d'associer ou d'alterner les deux types de gameplay (traditionnel et physique) semblait très pertinente.

Evoquer la stimulation cognitive ou physique a logiquement amené la question des déficits relatifs à l'âge. Ces derniers concernaient la cognition, la rhumatologie et de manière plus générale le ralentissement cognitif ressenti et les restrictions physiques. Néanmoins, à l'image de la thématique parente du Serious Game, les interventions relatives étaient très minoritaires par rapport à l'ensemble du matériel analysé.

g. Pratique des Jeux Vidéo

Compte tenu de notre cadre d'investigation, il n'est pas étonnant d'identifier la thématique de l'expérience antérieure comme la moins abordée parmi les différents thèmes généraux. Si l'usage des jeux vidéo chez les seniors était répandu, l'étude elle-même ne présentait plus d'intérêt (Tableau 8).

Néanmoins, certains participants ont montré un attrait plus marqué pour le média, attrait qui se traduisait par une pratique ancienne et ponctuelle ou actuelle et régulière. Les jeux informatisés étaient les plus cités, ce qui confirme leur accessibilité (souvent gratuit sur internet ou avec Windows) et leur familiarité avec

Tableau 8 : Pratique des jeux vidéo

Sous-Thèmes	Etiquettes	Exemple de citations
Jeux informatisés	Solitaire	<i>non moi je ne joue pas du tout, sauf à part le jeu Microsoft, le module, le « solitaire » comme vous dites si bien, ça quand je travaillais je jouais avec mais je joue pas assez.</i>
	Scrabble	<i>Alors c'est l'ordinateur qui est mon partenaire, disons... surtout que je suis assez débutante, et je ne suis pas très brillante, mais enfin bon...</i>
	intérêt du jeu de cartes informatisé	<i>J'en faisais avec les cartes, et puis comme je suis très mauvaise manipulatrice, je jouais une minute, et j'avais 10 minutes pour battre les cartes, donc l'ordinateur pour ça c'est génial.</i>
	Majong	<i>Je joue aussi au solitaire, je joue au majong, je joue à tout ça mais je jouais surtout à ce truc là</i>
	échecs en ligne	<i>J'ai vu mon petit-fils faire ça pour les échecs. Il jouait comme aux échecs, et je l'ai vu jouer</i>
référence à l'expérience Wii	préférence pour le bowling	<i>Moi, je préfère mes quilles, où sont mes quilles ?</i>
	préférence pour le tennis	<i>je préfère le tennis... ça me met moins en difficultés...</i>
	pas d'expérience antérieure	<i>je ne joue jamais à ça...</i>
Autres expériences	DOFUS	<i>ah ça s'appelait je sais plus quoi, il fallait construire des cités, il fallait faire pleins de trucs.</i>
	expérience en club	<i>Oh, une fois quand ils l'ont mis dans le 13e au club Château-des-Rentiers, donc on avait même la presse qui était là, et c'était pour l'inauguration.</i>
	Pong	<i>oh oui j'ai fait. Ouais c'était deux bornes qui se déplaçaient comme ça de haut en bas</i>
	Tetris	<i>je l'ai déjà joué sur console</i>
	démineur	<i>Je ne fais jamais de « réussite ». Par contre, le « démineur » j'aime bien car on ne sait pas.</i>

un jeu traditionnel semblait rassurante. Le solitaire, le scrabble, le majong ou les échecs en ligne ont donc été pratiqués par la moitié de l'échantillon. Concernant les jeux de carte, l'expérience d'un participant en particulier est intéressante : il a délaissé la pratique du solitaire traditionnel au profit de la version informatisée en raison de ses difficultés à manipuler les cartes. La version informatisée lui permettait alors de se concentrer sur le jeu lui-même, et non sur la redistribution des cartes qui lui prenait plus de temps que la partie elle-même.

L'expérience sur l'utilisabilité de la Wii avait inclus la moitié des participants de manière antérieure à l'organisation des Focus Groupes ; ces derniers n'ont donc pas hésité à y faire référence. D'une manière générale, ces références étaient en faveur des jeux Wii (Tennis et Bowling) qui avaient leur préférence par rapport aux jeux proposés durant les focus groupes.

Un quart des participants ont affirmé l'absence totale d'expérience antérieure. Pour les autres, le démineur, Pong ou Tetris ont été évoqués, soit au cours d'une expérience occasionnelle, soit de manière régulière. Le jeu DOFUS évoqué précédemment comme un jeu de gestion/stratégie en ligne constituait l'expérience la plus proche de nos jeux vidéo modernes. Ce participant a montré une véritable appétence pour ce divertissement, en citant de nombreuses expériences différentes ; paradoxalement, il faisait partie des plus vifs détracteurs des jeux proposés durant les focus groupes. Au moins deux autres participants ont indiqué une pratique régulière et actuelle de jeux vidéo, ou informatisés.

7. Discussion préliminaire

Cette étude a été mise en place dans l'objectif d'explorer les représentations de nos aînés à propos des jeux vidéo. Le matériel recueilli au cours de deux focus groupes incluant douze participants volontaires au total a été analysé sous la forme d'un arbre thématique. En guise de discussion, nous proposons de répondre aux différentes questions qui ont guidé cette recherche à l'aide de nos résultats :

➤ *Qu'est-ce qu'un jeu vidéo pour les personnes âgées ?*

Il reste couramment admis pour cette population que le jeu vidéo est avant tout un divertissement destiné aux enfants et adolescents. Pour une minorité, cette idée peut être extrapolée au fait que les jeux vidéo ne sont pas adaptés aux personnes âgées. Pourtant plus de la moitié de nos participants a été confrontée à la pratique d'un jeu vidéo qui n'était pas destiné à partager une activité avec leurs petits-enfants.

La distinction entre jeux vidéo et jeux informatisés est floue : le Solitaire ou le Scrabble sont cités comme des expériences avec des jeux vidéo, mais restent des simples transpositions d'un jeu traditionnel sur une interface informatisée. Le fait de jouer par l'intermédiaire d'un écran semble donc une condition suffisante pour qualifier un jeu de « jeu vidéo » pour la majorité de nos participants. Si d'un point de vue sémantique, cette association est très pertinente, elle néglige les différences entre ces deux types de divertissement.

➤ *Est-ce que les personnes âgées sont susceptibles de jouer à des jeux vidéo pour le plaisir ?*

Le désir de jouer semble fortement corrélé à la nature des divertissements habituels. Les personnes qui ont une préférence pour les activités extérieures ne sont pas attirées par des activités qui se déroulent au domicile. De même, les personnes qui incluent des divertissements qui ne sont pas ludiques (culturels par exemple) n'expriment pas d'attrance particulière pour ce média.

Le support matériel pourrait également jouer un rôle dans ce désir. Les joueurs occasionnels ou réguliers de notre échantillon possèdent un ordinateur qui leur permet d'accéder facilement à des jeux vidéo, gratuits par ailleurs. A l'inverse, les personnes qui ne possèdent pas d'ordinateur n'éprouvent pas le désir de s'équiper, et restent attachées à des loisirs traditionnels (sorties culturelles ou jeux de plateaux par exemple).

➤ *Le jeu vidéo est-il social ou individuel pour les personnes âgées ?*

Les avis sont très tranchés, et liés aux préférences individuelles en matière d'activité récréatives. Nous avons commis plusieurs fois l'erreur de chercher des tendances et des consensus là où l'hétérogénéité domine. Du point de vue de l'aspect social des jeux vidéo, nous trouvons donc des partisans de l'activité purement individuelle, quand d'autres marquent une préférence pour une activité de groupe.

Du point de vue du jeu individuel, la compétition, qu'elle soit réelle (d'autres joueurs) ou virtuelle (adversaire virtuel), est massivement rejetée. Mais pour la plupart des participants, la possibilité de jouer seul est aussi un avantage du jeu vidéo sur d'autres divertissements : ils nous rappellent que l'avancée dans l'âge peut se faire dans une relative solitude qui ne facilite pas la rencontre de partenaires potentiels.

Du point de vue collectif, jouer avec un partenaire ou un adversaire semble plus stimulant et amusant. Cet aspect est renforcé par la possibilité de jouer en famille, en particulier avec ses petits-enfants. A ce titre, il apparaît que l'âge des petits-enfants est un facteur limitant : la période durant laquelle il semble possible de jouer à un jeu vidéo avec ses petits-enfants s'étendrait de 6 à 12 ans. Ce dernier aspect vient renforcer la solitude potentielle des personnes âgées lorsqu'il s'agit de jouer à un jeu quel qu'il soit.

Enfin, la possibilité de jouer en ligne est connue de la plupart et laisse rêveur les plus technophiles et/ou joueurs. Nous émettons en revanche des réserves sur le

désir des personnes âgées à jouer avec des inconnus ; le jeu en ligne ne pourrait servir qu'à connecter des joueurs qui se connaissent.

➤ *Est-ce que le jeu vidéo pourrait servir de support à la stimulation cognitive ?*

Oui, les résultats montrent que la plupart des participants s'intéressent de près au maintien de leur efficacité cognitive ; ils cherchent également spontanément quelles ressources cognitives sont mobilisées dans un jeu. Ils sont d'ailleurs plusieurs à souligner l'exigence cognitive particulière de certains jeux par rapport à leurs activités habituelles.

Dès lors, l'idée d'un jeu thérapeutique (*serious game*) ne déplaît pas. Si un effet stimulant est explicitement associé à un jeu, l'intérêt pour ce jeu particulier est renforcé. En réalité, les personnes qui recherchent des supports pour stimuler leur fonctionnement cognitif considèrent le jeu vidéo comme un des supports possibles ; si le jeu ne les attire pas de manière intrinsèque, elles se forceront à y jouer de la même manière que certaines personnes se forcent à courir pour perdre du poids. L'objectif ne garantit donc pas le plaisir.

Si les personnes âgées ne connaissent pas forcément les résultats récents sur l'influence positive de l'activité physique sur la cognition, une majorité d'entre elles manifeste le souci de conserver une certaine forme physique. Associer une composante physique à la stimulation paraît donc pertinente, mais à nouveau la validité d'un coach physique virtuel à domicile est discutée. Le rapport aux activités habituelles semble à nouveau déterminant.

➤ *Les jeux de type FPS sont reconnus comme stimulant sur le plan visuo-attentionnel. Les personnes âgées sont-elles prêtes à y jouer ?*

Non, la violence n'est pas admise, ou plus précisément la guerre n'est pas admise. En effet, le contexte guerrier semble plus problématique que la violence elle-même. La violence est rejetée pour ce qu'elle représente dans la société, et

en particulier pour son effet néfaste, globalement admis, sur la jeunesse. Cet aspect cristallise le rejet des jeux violents, mais le rapport individuel des participants à cette violence est plus ambigu : certains établissent la comparaison avec des films violents qu'ils regardent à la télévision. Ils jugent ces films trop violents, mais les regardent. La nuance pourrait donc se situer au niveau de l'interactivité et de l'action virtuelle de « tirer sur quelqu'un ». Dans ce cadre, des cibles qui n'évoquent pas un être vivant sont préférables.

Dans tous les cas, les bénéfices cognitifs éventuels ne justifient pas la stimulation cognitive, et la plupart des participants suggèrent une transposition du concept. Par ailleurs, la vue subjective, telle qu'utilisée dans les FPS, ne s'est pas révélée très lisible par plusieurs de nos participants, qui s'interrogeaient sur la nature des actions en cours.

➤ *Quel serait le jeu idéal du point de vue des personnes âgées ?*

A nouveau, il s'agissait d'une question mal posée : il y a autant d'idées possibles qu'il y a de joueurs potentiels. La variabilité des goûts et des couleurs ne vieillit pas et nos participants se sont chargés de nous le rappeler.

Néanmoins, nous avons déjà éliminé le contexte de la guerre et des actions de nature violente. De même, la prise en main de la simulation automobile sur la Xbox 360 Kinect n'a pas rencontré un franc succès. La plupart des personnes évoquent une préférence vers des jeux de réflexion, qui stimulent le raisonnement logique et la sollicitation ou l'acquisition des connaissances. L'aspect créatif a également rencontré un grand succès auprès de plusieurs participants. L'action ne doit pas forcément être délaissée mais doit laisser toute sa place à la réflexion.

Du point de vue de la jouabilité, le mot-clé est l'apprentissage : les participants sont sensibles à l'idée de pouvoir s'améliorer, et réclament un environnement initial propice à l'apprentissage de l'interface de contrôle du jeu. Cela se traduit par la nécessité d'un rythme de jeu adapté, et d'une évolution progressive de la difficulté. Cette notion peut être rattachée à l'expérience sur l'utilisabilité de la Wii : les participants impliqués dans les deux études ont indiqué

une nette préférence des jeux pratiqués sur plusieurs séances par rapport à ceux proposés dans les focus groupes. Nous formulons l'hypothèse que cette différence ne concerne pas les jeux eux-mêmes, mais plutôt la possibilité d'avoir plus exploré un jeu par rapport à la simple découverte d'un autre. Le plaisir viendrait donc du sentiment de maîtrise du *gameplay*.

➤ *Dans quels univers les personnes âgées sont-elles susceptibles de s'immerger ?*

La question sous-jacente revient à identifier les facteurs d'engagement dans l'activité qui sont relatifs au « monde » proposé. Tout d'abord, le débat reste à nouveau lié aux différences interindividuelles. De plus, la qualité de réalisation n'a suscité l'intérêt que d'une minorité de participants.

De manière additionnelle, des expériences d'immersion profonde (soit des expériences de *flow*) dans une activité ont été rapportées par trois participants : ils ont décrit une perte de la notion du temps et une frénésie à recommencer les parties. Le résultat complémentaire était la mise en suspens des idées noires, des ruminations ou de l'ennui. Ce niveau d'engagement ressemble donc probablement à l'objectif d'un concepteur de *serious game* thérapeutique. Les jeux concernés étaient pourtant le Solitaire (informatisé) et le Sudoku (papier-crayon), deux activités qui ne sont pas reconnues par la richesse de l'univers qu'elles proposent.

➤ *Peut-on généraliser les résultats obtenus ?*

Cette dernière question nous donne l'occasion de conclure cette partie en s'interrogeant sur la généralisation possible de ces résultats à la population parente. En l'absence de tests inférentiels, la question est entière et doit amener à évaluer la validité scientifique des résultats présentés.

Un échantillon de douze personnes est évidemment faible pour se permettre une interprétation au nom de toutes les personnes âgées de plus de 65 ans. Par ailleurs, le cadre de vie de notre échantillon était très restreint géographiquement,

nous amenant à considérer un sous-ensemble socioculturel très spécifique. La proportion d'hommes (un seul sur douze participants) n'était pas non plus représentative de la population parente.

Si nous prenons en compte ces restrictions, les résultats obtenus fournissent néanmoins des résultats pertinents susceptibles d'orienter une investigation à plus grande échelle, en utilisant par exemple un questionnaire.

3ème Partie : Discussion des résultats obtenus et perspectives

I. Discussion sur les résultats obtenus

1. Synthèse des résultats expérimentaux

a. *L'étude de l'utilisabilité de la Wii*

Dans cette expérience, nous avons cherché à évaluer l'effet de l'âge et du profil cognitif sur les résultats, en termes de jouabilité et de performances intrinsèques, d'un entraînement à un jeu vidéo, ou plus exactement de deux jeux vidéo.

L'entraînement qui a été proposé, huit parties de chaque jeu sur 4 à 5 semaines environ, a été bénéfique pour l'ensemble des sujets impliqués ; mais les bénéfices mesurés n'ont pas été uniformes pour tous les sujets. D'une manière générale, les sujets jeunes ont obtenu des performances supérieures à leurs aînés, et ont mieux bénéficié de l'entraînement pour améliorer ces performances. D'un autre côté, les joueurs âgés ont réussi à réduire les difficultés de jouabilité initiales, au point d'atteindre le niveau de jouabilité observé chez les sujets jeunes. Leurs performances se sont également améliorées, même si cette amélioration était moindre que celle observée chez les sujets jeunes.

C'est donc bien l'effet de l'âge qui a été mis en évidence dans cette expérience, mais sur quelles variables ? En effet, en confrontant ces résultats à notre ressenti durant les passations, il semble que la jouabilité était évidente pour les sujets jeunes, mais pas pour les personnes âgées, et que le temps pris par les personnes âgées pour se familiariser à cette jouabilité l'a été au détriment du temps consacré à l'optimisation des performances. Les sujets jeunes ont quant à eux pu se consacrer pleinement à cet aspect de l'activité puisque la jouabilité était immédiate.

Un autre effet qui a plus surpris les expérimentateurs était celui du jeu. En effet, le jeu de Tennis s'est avéré plus dur que le jeu de Bowling pour les joueurs âgés du moins. Il aurait pu s'agir d'une hypothèse forte : deux jeux d'apparence similaire peuvent proposer une jouabilité et des mécanismes de jeu qui leur sont propres. Cet aspect a pourtant été initialement négligé compte tenu de l'appartenance des deux jeux concernés à un jeu global, basé intégralement sur l'utilisation de la Wiimote, et des mouvements que le joueur lui applique. En réalité, les deux jeux étaient aussi différents que les activités qu'ils simulaient pouvaient l'être. Les réflexions qui suivent proposent une interprétation des différences observées, mais ont pu s'appuyer sur un ressenti qualitatif des passations expérimentales, sans résultat statistique associé.

D'un côté, le jeu de Bowling était basé sur la gestion de la gâchette qui simulait la prise (gâchette maintenue) ou le lancer de la boule (gâchette relâchée). Ce principe constituait la principale difficulté rencontrée par les joueurs novices : il était nécessaire de relâcher la gâchette au moment opportun, correspondant au moment où un joueur de Bowling lâcherait sa boule dans la réalité. Cette particularité avait le mérite d'être très intuitive si le rôle de la gâchette est bien associé au rapport physique avec la boule. La jouabilité devenait moins évidente lorsque cette association n'était pas représentée mentalement, mais aussi en cas de restrictions physiologiques (troubles articulaires, pertes de sensibilité au bout des doigts) ou cognitives (coût cognitif dû à la synchronisation du mouvement et de la pression de la gâchette). Chez certains joueurs âgés, le rapport à cette fameuse gâchette était aussi intuitif que chez les sujets jeunes ; il a demandé plusieurs parties d'ajustement chez d'autres. La non significativité des effets étudiés sur les erreurs spécifiques à la gâchette pourrait donc être expliquée à une variabilité interindividuelle importante : soit les joueurs âgés commettaient très peu d'erreurs, soit ils en commettaient beaucoup.

Les mécanismes de jeu du Bowling étaient en revanche plus facilement accessibles aux seniors, dans la mesure où ils gardaient la main sur le rythme de jeu. Ils pouvaient commettre autant d'erreurs qu'ils le souhaitaient sans affecter leur score, et leur avatar ne les contraignait pas à lancer la boule. Cette maîtrise

du rythme s'est avérée être un facteur important de différence entre les deux jeux.

Le jeu de Tennis ne nécessitait aucune pression de bouton et n'a donc engendré que très peu d'erreurs de jouabilité proprement dites (erreurs de manipulation). Le geste était d'une qualité variable, mais le système de reconnaissance des mouvements s'est avéré tolérant, et seul le cas particulier du revers a pu poser des difficultés aux joueurs sans aucune expérience au tennis réel.

En revanche, le principe du tennis implique des échanges avec l'adversaire ; lorsqu'un point est engagé, le joueur est censé maintenir son attention tant que l'échange ne s'est pas conclu. Le joueur conservait encore une certaine maîtrise lorsqu'il servait (l'échange ne commençait pas tant que le point n'était pas engagé), mais perdait définitivement cet avantage lorsque l'adversaire virtuel reprenait le service (l'adversaire engageait les points immédiatement après l'échange conclu précédemment). Cette caractéristique était associée à la nature de l'action elle-même, qui consistait à frapper à un moment précis la balle qui arrivait à une certaine vitesse. En considérant l'ensemble des mécanismes de jeux, la concentration et les réflexes étaient donc beaucoup plus sollicités que dans le jeu de Bowling, et la mobilisation de ces compétences a été plus complexe pour les joueurs âgés que pour leurs jeunes collègues. Cette difficulté se traduisait par des gestes tardifs plus fréquents au début, plus de parties nécessaires pour ajuster la bonne temporalité du geste, et parfois même l'absence totale de réaction lorsqu'elle revenait trop vite.

De manière anecdotique, plusieurs joueurs âgés n'ont pas immédiatement compris les cinématiques qui punctuaient les séquences du jeu de Tennis (ralenti du dernier échange précédent). Ces joueurs continuaient donc à essayer de jouer, sans succès. Ce point paraissait important à souligner dans la mesure où il donne des indications sur la manière dont les personnes âgées perçoivent l'interface visuelle du jeu ; les conventions du jeu vidéo traditionnel sont peut être plus soumises à des influences culturelles (cinéma ou télévision par exemple) qu'à des critères d'utilisabilité.

b. Les représentations des seniors sur les jeux vidéo

Les focus groupes mis en place pour investiguer les représentations des personnes âgées sur les jeux vidéo nous a permis de recueillir une quantité importante d'informations, qui ont pu être organisée sous la forme d'un arbre thématique. Il convient de revenir sur certains points particuliers, en approfondissant l'interprétation initiale.

Tout d'abord, il paraît important de revenir sur la prise en main des trois jeux vidéo proposée aux participants comme introduction au focus groupe lui-même. Les étiquettes utilisées dans ce cadre ont été utilisées afin de nourrir la thématique liées au rapport entre les jeux vidéo et le divertissement, mais cette prise en main a suscité de nombreuses réactions, que nous pouvons interpréter en termes d'utilisabilité et de jouabilité malgré l'absence de données formelles.

Les différences concernaient tout d'abord les trois jeux eux-mêmes, puisqu'ils n'ont pas tous été appréciés de la même manière. La simulation automobile Kinect Joy Ride (Xbox 360 Kinect, Microsoft) a été presque unanimement rejetée par l'ensemble des participants. Les raisons invoquées concernaient majoritairement l'excès de vitesse, le manque de contrôle et le manque de réflexion. Concernant la vitesse excessive, il s'agissait d'un jeu d'arcade, proche de l'expérience proposée par un jeu comme MarioKart (Nintendo, voir Figure 37) par exemple, donc relativement éloigné d'une simulation automobile au sens traditionnel du terme. La conduite y est un prétexte pour s'affronter sur la qualité des réflexes (éviter les pièges du circuit ou lancés par les autres participants), voir sur la stratégie adoptée (gestion des armes disponibles). Des armes et items à collecter étaient d'ailleurs disponibles dans le jeu utilisé, mais la majorité des participants était trop absorbée par la maîtrise de leur voiture. Le manque de réflexion découlait donc partiellement de cette lacune : du point de vue des participants, le seul enjeu consistait à rester sur la route, ce qui sollicitait plus leurs réflexes que leur raisonnement. Le manque de contrôle découlait à la fois de la vitesse excessive, mais aussi de l'interface de contrôle : le système Kinect est basé sur la reconnaissance des mouvements stricte, dans le sens où aucun dispositif externe, tel que la Wiimote, n'est utilisée comme repère de la reconnaissance effectuée. En pratique, cette particularité a tout d'abord posé des problèmes d'installation,

puisque de trop nombreuses personnes étaient repérées par le système pour permettre l'identification spécifique des joueurs. Ensuite, la gestion d'un volant imaginaire n'était pas aisée, et certains participants ont expérimentés des problèmes de reconnaissance des mouvements effectués, les empêchant de tourner d'un côté par exemple.



Figure 37 : Extrait du jeu MarioKart (Nintendo)

Bien que les participants ne l'aient pas exprimé explicitement, de nombreux commentaires indiquaient qu'ils éprouvaient également des difficultés à comprendre l'action en cours, perturbée par des contre-sens, des passages secrets ou des informations sur les items à collecter.

La frénésie propre à Kinect Joy Ride ne se retrouvait pas dans les jeux sur tablette (Glow hockey et 2 Player Reactor). Mais la vitesse excessive des deux jeux a été à nouveau pointé du doigt, en particulier 2 Player Reactor qui affichait les consignes trop peu de temps avant de lancer automatiquement la partie. Néanmoins, l'interface simpliste des ces jeux n'a pas engendré de difficultés particulières en termes de jouabilité. Le jeu de Tirs (WiiPlay, Nintendo) sur la console Wii a également été assez vite maîtrisé ; jeu de réflexe par excellence (similaire à un FPS, mais dans un environnement fixe), il n'a pas généré autant de commentaires que les jeux précédents. Ses enjeux n'ont, semble-t-il, pas marqué

les esprits. Les différences concernaient également les participants, qui ont adopté des positions très variées sur leur expérience.

Cette introduction mouvementée a fortement nourrie la réflexion qui s'est organisée sur les questions de difficulté, d'apprentissage et de challenge. Concernant la difficulté, les participants ont insisté sur la notion de niveaux évolutifs : ils doivent avoir l'occasion de comprendre le but du jeu, et la manière de l'atteindre avant d'initier la partie proprement dite. La notion de vitesse est également concernée, dans la mesure où le rythme du jeu peut être accéléré si le rythme initial, plus lent, est bien maîtrisé par le joueur. Cette idée est renforcée par les interventions relatives à l'apprentissage, où certains participants regrettaient de ne pas avoir eu l'occasion de découvrir le jeu avant d'y jouer. Il existe donc l'idée que de manière similaire à un jeu traditionnel, il est nécessaire de *lire les règles du jeu* avant de jouer. Ce point mérite d'être soulevé car il est contraire à la philosophie du jeu vidéo, basée sur l'apprentissage par essai/erreur. Le *gameplay* doit en effet proposer un cadre qui définit les règles de manière intrinsèque. Mais pour jouer au Monopoly, les joueurs ne sauront pas quoi faire avec leur chaussure et leurs maisons tant qu'ils n'auront pas lu les règles du jeu.

La notion de challenge est reliée à deux résultats de l'analyse qualitative : la compétition ne plait pas à tout le monde et nous préférons en général ce que nous réussissons le mieux. Si le premier nous aide à mieux comprendre comment certains participants n'aimant pas la compétition ont pu vivement critiquer des jeux, essayés au sein d'un groupe de huit personnes, le second nous amène à un problème particulier. En effet, la majorité des participants a remis en question l'accent mis sur les réflexes tout en insistant sur les bienfaits de la stimulation cognitive, mais un seul participant a souligné l'intérêt de stimuler une compétence qui lui faisait défaut. Ce paradoxe nous semble intéressant pour la suite de notre réflexion.

c. Redondance des résultats

Deux expériences très différentes ont été menées dans le cadre de ce travail, et nous ont respectivement apporté plusieurs réponses. Avant d'approfondir notre réflexion, il semble pertinent de vérifier dans quelle mesure ces deux corpus de résultats à priori indépendants n'ont pas répondu à des questions identiques.

Un premier pont peut être construit entre l'importance du rythme évoquée dans l'expérience sur la Wii, et les difficultés rencontrées dans le jeu de voiture proposé dans les focus groupes. La difficulté relative du Tennis (WiiSports) impliquait la soumission du joueur au rythme de l'adversaire ; le jeu de voiture sur Xbox Kinect était trop rapide pour permettre aux participants d'appréhender les *subtilités* du jeu. Les deux expériences ont donc mis en évidence les difficultés des joueurs âgés à s'adapter au rythme des jeux vidéo traditionnels.

Un deuxième lien pourrait se situer au niveau des bienfaits de l'apprentissage. Lorsque les participants des focus groupes ont évoqués leurs regrets de ne pas avoir pu découvrir les jeux au préalable, le contexte expérimental de la Wii aurait pu répondre à leurs attentes en proposant un entraînement individuel étalé sur plusieurs parties et séances. Il l'a d'ailleurs fait, puisque l'étude d'utilisabilité s'est déroulée chronologiquement avant la mise en place des focus groupes, et que plusieurs participants des focus groupes ont eu l'occasion de tester l'utilisabilité de la Wii auparavant. Pour ces participants, l'opinion était unanime : les jeux de Tennis ou de Bowling étaient préférés aux jeux essayés lors du focus groupes. S'il paraît pertinent de mettre en évidence les qualités intrinsèques des jeux pour expliquer cette préférence, il faut rappeler que le Tennis ou le Bowling ne brillaient pas pour la réflexion qu'ils sollicitaient, qualité pourtant réclamée par la quasi-majorité des participants des deux focus groupes. Nous émettons donc l'hypothèse que l'opportunité de se familiariser à un jeu, offerte dans le test d'utilisabilité, a pu orienter la préférence pour les jeux testés au détriment des jeux proposés dans les focus groupes.

Une troisième et dernière relation peut être soulignée au niveau de la dimension sociale du jeu vidéo. Durant les focus groupes, une majorité de participants s'est positionnée en faveur du jeu en groupe, ou à l'inverse, en faveur

du jeu individuel. Les tests utilisateurs se déroulaient de manière individuelle, mais ont suscité très peu de commentaires à ce sujet. Pourtant, certains sujets ont évoqués le regret de jouer seul ; les interactions fréquentes avec l'expérimentateur suggèrent également que malgré l'immersion potentielle d'un jeu individuel, les interactions sociales restent importantes. En réalité, les deux expériences ont fait émerger la problématique du jeu social sans y apporter de réponses précises.

2. Confrontation aux données de la littérature

a. *Ralentissement de la vitesse de traitement de l'information et plasticité cognitive*

L'importance du rythme de jeu a été mise en évidence dans les deux expériences décrites dans ce manuscrit. D'une part, il apparaît que les joueurs âgés mettent plus de temps à apprendre le maniement du contrôleur et du jeu ; ils regrettent d'autre part la vitesse excessive constatée dans plusieurs jeux, ainsi que la sollicitation de leurs réflexes qui leur rend l'expérience de jeu désagréable.

Ce point nous amène à reconsidérer les travaux relatifs au déclin cognitif normal lié à l'âge (Horn, 1994; Timothy a. Salthouse, 1996). Ces auteurs ont décrit un ralentissement de la vitesse de traitement de l'information lié à l'âge comme un facteur global expliquant le déclin des compétences liées à l'intelligence fluide. Ces compétences sont touchées plus tôt et de manière plus importante que les compétences cristallisées, et expliquent en grande partie les difficultés cognitives ressenties par les personnes âgées, sans être associées à une pathologie neuro-dégénérative.

Hors les compétences requises dans la pratique d'un jeu vidéo tel que le Bowling ou le Tennis relèvent clairement de cette dimension fluide ; la programmation psychomotrice, les réflexes, la concentration ou le contrôle inhibiteur sont en effet sollicités autant pour se familiariser à la jouabilité que pour améliorer ses performances. A l'inverse, aucun de ses jeux ne sollicitent de compétences cristallisées, à l'exception peut-être de l'expérience aux sports relatifs. Mais peu de joueurs étaient concernés, et la nature procédurale de ces compétences les rattache plus volontiers à des compétences fluides.

De manière similaire, les tests utilisateurs proposaient un entraînement, qui a été moins prolifique pour les joueurs âgés que pour les joueurs jeunes ; nous avons interprété cet écart en termes de phase de familiarisation à l'interface plus longue pour les seniors, leur laissant moins de temps pour améliorer leurs performances. Nous avons pourtant négligé l'impact potentiel de la plasticité différentielle (Baltes, Kühl, Gutzmann, & Sowarka, 1995; Baltes & Kliegl, 1992), comme facteur

expliquant écarts observés au terme de l'entraînement. Selon ces auteurs, la plasticité cognitive diminuerait avec l'âge, conservant les possibilités d'apprentissage, mais diminuant leur étendue. Si nous prenons en compte ces travaux, la question est de savoir si les sujets âgés impliqués dans nos tests utilisateurs auraient pu, en prolongeant l'expérience, améliorer leurs performances au point d'égaliser les sujets jeunes, ou si ces derniers auraient conservé leur avantage.

b. Bénéfices et coûts potentiels des jeux vidéo perçus par les adultes âgés

Plusieurs auteurs se sont focalisés sur les termes employés par les joueurs pour décrire leur expérience d'un point de vue subjectif (Funk et al., 2006 ; Olson et al., 2008 ; Oswald et al., 2014 ; Sherry et al., 2006). Le recoupement des thèmes identifiés pour différentes populations, majoritairement des enfants et des jeunes adultes, a permis de souligner les points communs entre ces joueurs du point de vue de leur expérience, et indépendamment de leur population parente.

Si nous reprenons ces thèmes en les recoupant avec ceux que nous avons identifiés dans les focus groupes, voici ce que nous obtenons (*commun*, (*à discuter*), ~~*non commun*~~) :

Compétition, (défi), interaction sociale, (évasion de la réalité), excitation, enthousiasme, (expertise de compétences de jeu), accomplissement et fierté, coopération, divertissement, immersion, fantasmes liés aux avatars, soulagement du stress et de l'ennui, (plaintes somatiques), (jeu compulsif), (contenu violent) et frustration.

Nous retrouvons donc les notions de compétition, d'interactions sociales, de divertissement, d'immersion dans l'activité et de soulagement du stress et de l'ennui dans les thématiques communes ; ces éléments permettent de considérer les personnes âgées comme des joueurs potentiels dans ce qu'ils ont en communs avec les joueurs plus jeunes.

Les concepts d'excitation, d'enthousiasme, d'accomplissement et de fierté, de coopération, de fantasmes liés aux avatars et de frustration ne sont en revanche

pas repris par nos participants âgés. Concernant l'excitation et l'enthousiasme, nous pouvons néanmoins les associer à une thématique voisine, l'*amusement*. La coopération et les fantasmes liés aux avatars sont en revanche des concepts fortement associés au MMORPG (*Massively Multiplayer Online Role Playing Games*), un type de jeu spécifique très populaire chez les joueurs (adolescents et jeunes adultes), mais peu évoqués durant nos échanges au sein des focus groups. Il n'est donc pas étonnant de les voir exclus des thématiques abordées par les personnes âgées. L'absence de l'accomplissement, la fierté et la frustration peuvent être expliquées par des raisons similaires : les MMORPG proposent des expériences particulièrement immersives, tant par leur univers que par les défis qu'ils proposent. Les ambitions des personnes âgées en tant que joueurs seraient donc plus modestes.

Plusieurs concepts sont également très proches de ceux déjà identifiés chez les joueurs plus jeunes, mais méritent selon nous d'être discutés. C'est le cas notamment de la compulsion et du contenu violent. Dans les deux cas, ces risques sont associés par les participants à des joueurs plus jeunes ; ils ne sentent donc pas directement concernés, mais ces thématiques sont associées aux jeux vidéo à la manière d'un stéréotype dans le domaine de la psychologie sociale. Concernant la compulsion à jouer, nous pouvons émettre une réserve concernant la pratique de jeux traditionnels susceptibles de provoquer un effet similaire. Les plaintes somatiques peuvent être prises comme une homonymie : malgré des termes similaires, il fait référence chez nos sujets âgés aux restrictions physiques liées à l'âge, et non aux douleurs associées à de longues heures de jeu. L'expertise des compétences de jeu et le défi sont également évoqués par les seniors, mais de manière sensiblement différente : l'expertise laisse place aux capacités de s'améliorer avec l'entraînement et le défi correspond à la possibilité de s'évaluer, *savoir ce que l'on est encore capable de faire*. Encore une fois, les joueurs âgés ont des ambitions plus modestes que les joueurs jeunes.

De manière similaire, l'équipe de McLaughlin (2012) a établi un modèle de choix motivé, en termes de coûts et de bénéfices. Leurs résultats montrent que la conception des jeux, l'équipement additionnel, l'utilisabilité et l'entraînement sont les variables qui affectent le plus les coûts autant que les bénéfices. Dans

notre étude, ces facteurs ressortent également de manière forte ; nous les avons notamment identifiés comme étant fortement reliés à l'intention d'achat. Néanmoins, nos résultats tendent à montrer que la perception du jeu vidéo comme divertissement potentiel soit le facteur global qui affecterait initialement l'intention de jouer.

c. Confrontation au modèle SWOT de Robert et coll. (2014)

Récemment, une étude a publié les résultats d'un *Workshop* (Innovation Alzheimer 2013, organisé par l'unité de recherche CoBtek, Nice - Sophia Antipolis) sur les serious games à destination des personnes âgées souffrant d'une démence de type Alzheimer ou apparentée (Robert et al., 2014). Les auteurs ont analysé les résultats sous la forme d'une analyse de type SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats*) sur l'usage de serious games auprès de patients déments.

Nos études portaient sur la population âgée en général, mais il nous paraît pertinent de considérer les résultats obtenus au regard de cette étude. D'une part, la réflexion qui s'est organisée à Nice autour des serious games a pu s'étendre à d'autres populations que les patients souffrant d'une démence. D'autre part, nous avons eu l'occasion d'inclure trois participants souffrant d'une MA débutante dans nos tests d'utilisabilité de la Wii. Et enfin, nous avons entrepris de réunir des personnes âgées dans les focus groupes sans considération de leur profil cognitif ; cela peut apparaître comme une lacune méthodologique, mais nous avons aussi fait l'hypothèse que le point de vue des seniors, dans ce qu'il a d'homogène ou hétérogène, sur un divertissement tel que les jeux vidéo était lié à des aspects culturels et générationnels qu'à des aspects neurocognitifs.

Nous nous appuyerons donc sur certains aspects de l'analyse SWOT proposée par Robert et ses collaborateurs (2014) pour discuter nos propres résultats.

❖ **Forces :**

- ✓ *Favoriser la motivation, l'humeur positive et améliorer l'évaluation* : chez nos participants, la motivation et l'humeur pouvait être positivement

améliorées par la pratique d'une activité vidéoludique chez les personnes qui avaient déjà tendance à en pratiquer, ou qui étaient fortement attirées par ce type d'activité. Mais ce bénéfice semblait limité à ces personnes là seulement.

- ✓ *Pratique indépendante et auto-évaluation* : La notion de pratique indépendante a été remise en question durant nos expériences. Dans les tests utilisateurs, la présence de l'expérimentateur s'est avérée primordiale dans les premières parties. Les participants des focus groupes ont également évoqué le désir que les jeux soient introduits au préalable. Dans le cas spécifique des patients souffrant de démence, le support humain reste indispensable tout au long de la pratique, y compris lorsque les difficultés de jouabilité ont été éliminées. Cela peut s'expliquer d'une part par les difficultés mnésiques qui imposent de resituer le cadre de l'activité, mais aussi par un défaut d'initiation de l'activité, liée aux symptômes d'apathie, qui rend l'idée d'une pratique régulière et spontanée incertaine. En revanche, l'implication d'un partenaire privilégié dans l'activité, tel que le conjoint, pourrait faciliter l'autonomie de cette pratique, du moins en couple. Concernant l'auto-évaluation, une majorité de participants des focus groupes a souligné l'intérêt de pouvoir s'évaluer dans le jeu ; nous sommes donc tentés de confirmer l'intérêt de l'auto-évaluation dans les forces du jeu, du moins pour les personnes qui le souhaitent.
- ✓ *Promouvoir le lien social* : nous avons vu que les opinions divergent sur cet aspect. L'aspect social apparaît majoritairement comme un avantage, mais il faut garder à l'esprit que ce besoin peut varier d'un individu à l'autre.
- ✓ *Promouvoir le processus d'apprentissage* : les tests utilisateurs de la Wii ont clairement montré des effets d'apprentissage sur l'ensemble de sujets concernés, concernant autant les performances intrinsèques au jeu que la jouabilité. Les hypothèses n'incluaient pas en revanche l'étude des bénéfices d'un tel apprentissage en dehors du cadre du jeu. Par ailleurs, la possibilité de s'entraîner et de s'améliorer a été mise en avant comme un avantage par plusieurs participants des focus groupes. Il paraît donc

raisonnable d'envisager l'apprentissage de processus ou de stratégies plus ambitieuses que celles mobilisées dans la Wii.

❖ **Faiblesses :**

- ✓ *Les défis liés à l'interface* : ces derniers concernaient la nature réaliste des interactions dans le jeu d'une part, et les difficultés d'installation matérielle d'autre part. Dans les tests utilisateurs Wii, nous nous sommes intéressés à une interface *naturelle* par définition, puisque basée sur les mouvements réels de l'action à réaliser. Les résultats ont pourtant montré que les joueurs âgés n'accédaient pas tous rapidement à ce niveau naturel de l'interaction. Ces résultats tendent donc à confirmer le besoin de repenser la manière d'interagir avec le jeu ; l'idée sous-jacente pourrait être que l'intuitivité d'une interface n'est pas universelle, mais bien soumise à des codes spécifiques à des facteurs culturels, et plus précisément dans notre contexte, générationnels. Concernant les difficultés d'installation, ils ont été soulignés plusieurs fois par les participants des focus groupes. Ces derniers tendent à rejeter l'installation de matériel additionnel, d'autant plus si ce matériel n'a pas d'autres utilité que jouer.
- ✓ *Equipements onéreux* : de manière similaire aux difficultés d'installation, le prix est jugé trop élevé pour une console dédiée exclusivement au jeu. Les dépenses liées au renouvellement des jeux n'enthousiasment pas non plus ces joueurs potentiels.
- ✓ *Difficulté d'utilisation du logiciel* : les points soulevés par les auteurs concernaient essentiellement les difficultés rencontrées par les professionnels de santé dans le cadre d'une utilisation institutionnelle. Nos résultats tendent à confirmer cette faiblesse dans le cadre d'une utilisation à domicile. Malgré l'absence de focus spécifique à l'interface générale du jeu (c'est-à-dire les étapes nécessaires pour commencer le jeu lui-même), le ressenti de l'expérimentateur a noté des difficultés variables pour être autonome durant ces étapes ; l'accès à l'autonomie n'a pas pu se faire de ce point de vue pour les trois participants MA impliqués.

- ✓ *Addiction* : Le risque d'addiction a été évoqué, mais restreint aux populations de joueurs plus jeunes, ou aux jeux d'argent. Seul l'aspect chronophage a été souligné par les participants, et cette caractéristique était considérée au pire comme problématique pour la gestion de l'emploi du temps, ou au mieux comme un avantage pour neutraliser la sensation d'ennui ou de mélancolie (au sens non psychiatrique du terme).
- ✓ *Effets secondaires* : les participants des focus groupes ont émis quelques plaisanteries à ce sujet, évoquant l'absence d'effets secondaires des jeux vidéo. Pourtant, certaines douleurs, de type courbatures, ont été évoquées à l'issue de certaines séances de tests utilisateurs Wii, aussi bien par des joueurs âgés que des joueurs jeunes. Nous ne pouvons donc qu'appuyer les craintes émises par les auteurs concernant les précautions à prendre dans la gestion des effets secondaires.

❖ **Opportunités :**

L'identification des opportunités n'a pas été opérationnalisée dans nos études. Cet aspect renvoie plus spécifiquement au point de vue des fournisseurs de la solution qu'à leurs destinataires. Nous avons néanmoins proposé nos propres analyses à ce sujet, dans la section suivante.

❖ **Menaces :**

- ✓ *La perception que les outils technologiques remplacent le clinicien* : sur ce point particulier, notre expérience auprès de trois utilisateurs souffrant d'une démence nous a confirmé le rôle essentiel du clinicien en situation réelle. S'il apparaît évident que la technologie ne peut être considérée que comme un outil médiateur dans ce cadre spécifique, nous nous associons aux auteurs sur le risque lié aux représentations possibles de certains partenaires impliqués dans la prise en charge des patients déments.
- ✓ *Technophobie* : l'analyse des résultats des focus groupes a confirmé l'existence de phobie particulière. Bien que minoritaire, les personnes concernées semblaient vouer un attachement particulier au papier et au crayon, qui limiteraient sans aucun doute l'acceptation d'un *serious game*.

A l'issue de cette confrontation des résultats, nos résultats nous ont permis d'appuyer quatre des huit recommandations proposées par Robert et ses collaborateurs (2014) : maintenir le joueur dans une zone de Flux (Csikszentmihalyi, 1990), promouvoir une interaction naturelle, utiliser une interface *user-friendly* pour une pratique destinée au domicile et prendre en compte le contexte socio-culturel de l'utilisateur, ainsi que ses habitudes de vie. Les autres recommandations étaient plus spécifiques à la prise en compte d'une utilisation institutionnelle ou thérapeutique, peu ou pas abordées dans nos études.

3. Limites des protocoles mis en place

a. *Echantillonnage et généralisation des résultats*

En considérant nos échantillons expérimentaux, nous devons signaler l'évidence et remettre en question la généralisation de certains résultats.

En premier lieu, nous avons échoué à garantir une répartition homogène des hommes et des femmes dans nos différents groupes. Il s'agit d'un écueil récurrent dans les études impliquant les personnes âgées, et la disproportion se retrouve au niveau de la population parente. De même, nos sources de recrutement impliquent une base de données de participants volontaires dans laquelle les femmes sont majoritaires. Il nous semble néanmoins que la répartition obtenue dans nos groupes inclut trop peu d'hommes pour être représentative. Cet aspect est particulièrement vrai pour les focus groupes qui ne comprenaient qu'un seul homme sur douze participants.

Concernant l'expertise des participants, nous pouvons également souligner l'enthousiasme de certains à participer aux expériences du Laboratoire Usage. En effet, certains participants ont été amenés à participer à plusieurs études portant sur les gérontechnologies. Ces participations successives ont amenés les personnes concernées à développer une certaine expertise dans le domaine. En réalité, les jeux vidéo étaient un domaine relativement mystérieux pour une majorité d'entre eux, à l'exception des participants qui ont été impliqués dans les deux études. Ce cas assez peu particulier (sept participants sur douze dans les focus groupes), nous a servi dans la confrontation des deux expériences, mais les résultats obtenus dans les focus groupes ont pu être influencés par la présence de ces *utilisateurs Wii*.

Enfin, nous ne pouvons que regretter la petite taille de nos échantillons, en particulier dans les tests utilisateurs. Les comparaisons statistiques gagnent en puissance avec des plus grand nombre d'utilisateurs, et améliorent les possibilités de généraliser nos résultats.

b. *Questionnaires et échelles*

Nous avons longuement décrit les différentes théories de la motivation utilisées dans le domaine de l'évaluation des jeux vidéo dans une première partie, ainsi que certains des outils conceptuellement associés à ces théories.

Nous nous sommes appliqués à utiliser les méthodes qualitatives et observationnelles décrites, mais n'avons pu mettre en place l'utilisation d'un questionnaire ou d'une échelle. Il s'agit pourtant d'un outil précieux dans ce type d'investigation, permettant notamment d'accéder à des échantillons plus importants ou de compléter de manière quantitative des résultats qualitatifs.

L'absence de questionnaires se justifie en partie par le point de départ très large de nos études : leur caractère exploratoire nous avait amenés à considérer la construction d'un questionnaire basé sur les résultats obtenus. En revanche, l'absence d'échelles déjà construites et validées, du moins partiellement, aurait pu nous apporter des réponses supplémentaires. Nous n'avons tout simplement pas connaissance de ces échelles au moment de construire le protocole ; toute étude implique l'examen de la littérature relative, mais celui-ci ne peut toujours être exhaustif.

c. Remise en question méthodologique

A l'issue de ce travail, un lien manquant avec la littérature apparaît, dans la mesure où nos protocoles n'ont pas permis de dégager les aspects motivationnels de manière rigoureuse.

Ainsi, malgré de nombreux indicateurs, les tests utilisateurs de la Wii ne nous ont pas permis de dégager des informations fiables à ce sujet. D'un point de vue descriptif, nous pouvons souligner la tendance des joueurs âgés à accroître leur engagement dans leur activité au fur et à mesure que la jouabilité devenait plus fluide d'une part, et que leurs performances s'amélioraient d'autre part. Un questionnaire de satisfaction a été utilisé, mais n'a pas pu être traité dans le cadre de ce rapport. Nous ne disposons donc pas d'informations pour étayer ces observations qualitatives.

Les focus groupes ont permis de mettre en place un lieu d'échanges relativement libre, et si les expérimentateurs attendaient des informations sur l'engagement, ils restaient dépendants des aléas de cette liberté. Néanmoins, trois participants ont décrits une expérience de Flux dans leurs activités de divertissement : deux d'entre elles avec les sudoku papier-crayon, et la troisième au Solitaire informatisé. Dans les trois cas, ces personnes on fait référence à la perte de la notion du temps, au besoin compulsif de renouveler les parties et à la faculté de ces jeux à leur faire oublier le quotidien.

Le résultat le plus étonnant ici est peut-être que des jeux traditionnels, sans facteurs d'immersion apparents (univers virtuels, avatars, règles scénarisées, etc.), ont pu générer l'expérience de Flux.

Néanmoins, des mesures quantitatives additionnelles auraient potentiellement accru la portée des résultats obtenus dans ces focus groupes.

II. Ouverture : des seniors gamers ou des gamers seniors?

1. L'évolution des jeux vidéo

a. *La Wii est morte ; Vive les ardoises numériques*

Nintendo a récemment officialisé l'arrêt de la production de la Wii. Cette console avait, au moment de sa sortie, cumulé plusieurs avantages qui l'avait popularisée auprès des personnes âgées. Elle fut notamment la première console à se baser sur le mouvement, permettant de contrôler les actions du jeu en réalisant les actions réelles. Elle était par ailleurs relativement bon marché, et s'accompagnait d'une ludothèque orientée vers el grand public et le jeu intergénérationnel. Par la suite, les deux grandes marques de matériel dédié aux jeux vidéo (Microsoft et Sony) ont suivi sa démarche en améliorant la résolution spatiale du côté de la firme japonaise, et en supprimant la manette du côté de l'entreprise américaine.

Nous pourrions penser que la disparition de la Wii n'aurait donc pas d'impact sur la possibilité de jouer à ce type de jeux. Pourtant les tendances actuelles nous montrent que la reconnaissance de mouvements ne fait plus partie des caractéristiques attendues d'une console (les récentes Playstation 4 de Sony et Xbox One de Microsoft ne possèdent quasiment aucun jeu basé sur le mouvement) et la remplaçante de la Wii (la Wii U) a remplacé la simpliste Wiimote par un contrôleur plus complexe, donc moins accessible.

L'avenir semble donc tourné vers les ardoises numériques : ces dernières tendent à remplacer les ordinateurs portables, de plus en plus restreints à une utilisation professionnelle. Les personnes âgées qui ne possèdent pas d'ordinateur à ce jour seront plus tentées par une tablette en premier achat que par un ordinateur. L'avantage sur la Wii, ou n'importe quelle console dédiée est multiple : l'ardoise permet de réaliser les tâches informatisées standard, conserve la possibilité d'utiliser les mouvements comme outil de contrôle et propose surtout un vaste catalogue de jeux via leurs marchés applicatifs, dont une majorité gratuite.

b. Que la force soit avec nous : l'avenir des BCI

Le domaine des interfaces cerveau- machines (Brain-computer Interfaces) connaît un essor grandissant depuis plusieurs années. Elles suscitent des espoirs immenses dans le domaine de la compensation du handicap physique, mais nous suggérons que ces interfaces sont susceptibles d'apporter une nouvelle dimension au serious game destiné aux personnes âgées.

En effet, leur principe est basé sur l'identification de patterns électro-encéphalographiques (EEG). Dès lors, nous pouvons imaginer une convergence des outils diagnostiques et des indicateurs de suivi d'une part, et du support de l'entraînement et d'une interface naturelle d'autre part. En effet, le contrôleur du jeu est aussi un dispositif d'imagerie cérébrale.

Les EEG ne présentent pas néanmoins une grande résolution fonctionnelle. Mais leur aptitude à évaluer des niveaux d'attention ouvre des perspectives très prometteuses dans le champ de la réhabilitation des troubles attentionnels.

c. Supprimer l'écran : les réalités virtuelle et augmentée dans nos lunettes

Les actualités récentes dans le domaine des nouvelles technologies destinées au grand public indiquent une tendance future à supprimer les écrans tels que nous les connaissons.

La rumeur des *Google Glasses* (Google) pour commencer enfla depuis quelques années déjà, et est devenue depuis une réalité pour les développeurs. Cette paire de lunettes améliorée est donc aujourd'hui accessible à un prix prohibitif (1500 \$) mais se rapprochent incontestablement d'un accès au grand public. Leur intérêt est de projeter des informations directement dans notre champ de vision ; les plus visionnaires imaginent donc déjà des services sous forme de réalité augmentée. Il serait ainsi possible de proposer une réhabilitation cognitive

écologique directement associée à l'environnement réel du patient. Des jeux urbains peuvent également répondre à la préférence de certaines personnes pour les activités extérieures. Mais le principal risque serait de surcharger l'environnement visuel de l'utilisateur, saturant ainsi ses capacités de traitement ; il est alors facile d'envisager le pire dans une grande ville qui requiert une attention minimale pour assurer sa sécurité.

L'*Oculus Rift* ensuite a été développé par une start-up (Oculus VR) afin de proposer une expérience d'immersion totale en trois dimensions dans un monde virtuel. Nous ne pouvons pas parler d'absence d'écran dans ce cas, dans la mesure où deux écrans internes au casque sont bien utilisés pour simuler la vision stéréoscopique ; mais l'utilisation d'un tel casque est susceptible de changer radicalement notre rapport à la réalité virtuelle, mais aussi à l'écran. La question de l'accessibilité pour des personnes âgées reste entière. Il est nécessaire de porter le casque, assez imposant pour profiter de l'expérience. L'immersion induite par son utilisation pourrait également générer des malaises et des vertiges ; Internet regorge de vidéos montrant des utilisateurs désorientés durant l'utilisation, bien que ce soit sous un angle humoristique et promotionnel pour démontrer l'efficacité du casque.

Mais finalement, si l'écran est un problème, ne conviendrait-il pas de revenir aux jeux traditionnels ?

2. L'évolution de la société

a. *Les gamers vieillissent...*

Nous avons évoqué Pong au cours de nos travaux : il s'agit du premier jeu vidéo ayant bénéficié d'un succès populaire, à sa sortie dans les salles d'arcade en 1972. Si nous partons de ce constat, les premiers phénomènes d'attraction pour les jeux vidéo sont apparus cette année-là ; le jeu vidéo est alors devenu un divertissement potentiel pour le grand public, et en particulier les enfants. Si nous considérons les enfants les plus jeunes susceptibles de jouer à ce jeu à l'époque, nous pouvons estimer cet âge à 10-12 ans (une borne d'arcade était en effet conçue pour une taille adulte).

Nos premiers joueurs seraient donc nés en 1960, et auraient 54 ans aujourd'hui. Nous avons pris volontairement quelques libertés avec la rigueur des analyses sociodémographiques pour illustrer cette idée : les premiers joueurs de l'histoire, c'est-à-dire ceux qui jouent encore régulièrement, sont aujourd'hui des adultes, suffisamment éloignés de l'adolescence pour être considérés comme tels.

Cette évolution s'est traduite dans l'industrie du jeu vidéo par l'apparition depuis une dizaine d'années de jeux plus matures sur le plan scénaristique, soutenus par les progrès réalisés en termes d'environnements virtuels réalistes. Des jeux qui ne se destinent plus aux enfants donc, le contenu peut d'ailleurs être inapproprié en dessous d'un certain âge, mais qui répondent aux attentes de joueurs plus âgés.

Cette évolution peut certainement être expliquée en termes de modèle économique : comme toute industrie, les éditeurs devaient fidéliser des clients qui vieillissaient et étaient susceptibles d'abandonner des divertissements trop infantiles. Nous pouvons également suspecter l'influence des créateurs de jeux vidéo, qui vieillissaient parallèlement aux joueurs, et ont du laisser libre cours à un processus créatif qui les amenés vers des jeux leur correspondant mieux.

Si cette tendance se poursuit, le contenu des jeux devrait évoluer naturellement vers une richesse de l'offre qui pourrait satisfaire toutes les générations. Malgré cette tendance positive, il faut néanmoins souligner que les

conventions en termes de jouabilité resteraient certainement celles des joueurs avertis. Par ailleurs, le calcul un peu simpliste qui a servi de point de départ à cette réflexion nous amène à considérer la retraite professionnelle des premiers joueurs réguliers... dans une dizaine d'années au minimum ! Compte tenu de ce contexte, il reste plus que jamais pertinent de travailler sur l'accessibilité et l'acceptabilité des jeux vidéo pour des personnes âgées qui n'y sont pas familiarisés.

b. ... et les seniors rajeunissent

Derrière un titre de section abusif, il convient de souligner de quelle manière l'allongement de l'espérance de vie, associée à l'amélioration de la qualité de vie des personnes âgées en général, a changé notre perception de la vieillesse.

Dans le domaine des recherches sur le vieillissement, il est fréquent de trouver un âge minimum d'inclusion de 65 ans ; ce critère a d'ailleurs été utilisé pour les études décrites dans ce rapport. D'un autre côté, il n'est plus rare de trouver dans ces mêmes études des participants qui sont âgés de plus de 90 ans. Il s'agit donc d'un échantillonnage s'étalant sur près de 25 années d'écart entre les sujets les plus jeunes et les sujets les plus âgés. Autrement dit, les sujets les plus âgés auraient pu être les parents des sujets les plus jeunes.

Ces résultats impliquent tout d'abord une grande hétérogénéité sur le plan cognitif ; si les processus de vieillissement sont continus, il est cohérent d'attendre des écarts significatifs en termes de performances au sein de cette population. Par ailleurs, 25 ans est un âge qui correspond plus ou moins au temps nécessaire pour un cycle de renouvellement de la population adulte. D'un point de vue sociologique, il est donc probable que cette population de référence implique deux générations différentes, avec des caractéristiques différentes.

D'un point de vue sémantique, scientifique et philosophique, il devient donc de plus en plus difficile de décrire une personne dite *âgée*. L'inclusion de deux classes d'âge dans les recherches portant sur le vieillissement devrait donc se

généraliser. La séparation nette d'une population de seniors d'une part et d'une population de personnes âgées d'autre part pourrait également devenir nécessaire. Mais une telle séparation poserait la question du seuil : le vieillissement reste un phénomène hétérogène et arbitraire dans la mesure où il n'affectera pas l'ensemble de la population de la même manière.

c. *Quel âge la société a-t-elle ?*

Ce travail s'est inscrit dans un contexte où de nombreux chercheurs s'intéressent fortement à l'utilisation des *serious games* dans la prise en charge des troubles cognitifs associés à l'âge. Mais il semble que les obstacles restent nombreux avant de parvenir à l'implémentation d'une thérapie vidéoludique.

Il est apparu que les personnes âgées interrogées à propos des jeux vidéo associaient facilement ce média aux populations jeunes ou très jeunes. Comme d'autres opinions qui se sont dégagées des focus groupes, cette association des jeux vidéo à l'enfance ou l'adolescence n'est peut être pas spécifique à la population âgée.

En parallèle de ce travail de thèse, il nous a été donné l'occasion de travailler sur des appels à projets dans le domaine de la prise en charge des personnes âgées ; les idées de *serious games* ont connu des échecs fréquents, et les retours obtenus laissaient entendre que le jeu ne pouvait être associé à quelque chose d'aussi sérieux que les difficultés liées au vieillissement.

Cet aspect justifie selon nous d'appuyer les recommandations formulées par Robert et al. (2014) concernant la synergie nécessaire entre les différents acteurs du secteur, mais aussi sur le travail qui doit être fait en termes de communication des résultats, et de promotion du loisir thérapeutique.

CONCLUSION

A l'origine de ce travail, nous nous sommes demandé si les personnes âgées étaient susceptibles de jouer aux jeux vidéo si ce média était présenté comme stimulant. La question sous-jacente était d'explorer dans quelle mesure cette population était susceptible de s'amuser en jouant à un jeu vidéo. Pour cela deux études ont été menées.

Une première étude s'est attachée à mesurer différents indicateurs de performances et de jouabilité pour comparer une population d'adultes jeunes, une population d'adultes âgés et une population de patients souffrant d'un trouble cognitif léger. En complément trois patientes souffrant d'une maladie d'Alzheimer ont inclus le protocole.

Les résultats ont montré un effet de l'entraînement pour l'ensemble des sujets, mais un effet de l'âge sur les performances. Les sujets jeunes profitaient donc plus de l'entraînement pour améliorer leurs performances que les sujets âgés. A l'inverse, l'entraînement a permis aux joueurs âgés de diminuer leurs erreurs de jouabilité au niveau de celles commises par les joueurs jeunes. Les trois joueurs qui souffraient d'une démence ont pu obtenir des résultats similaires aux joueurs âgés et bénéficier de l'entraînement, malgré des difficultés initiales plus marquées et un support humain plus important.

Une seconde étude avait pour objectif de comprendre les représentations des personnes âgées sur les jeux vidéo. Deux focus groupes ont été constitués, et les échanges transcrits ont été traités grâce à une analyse de contenu thématique. Sept thèmes ont été identifiés à l'issue de cette analyse, incluant le rapport entre les jeux vidéo et les loisirs, la dimension sociale des jeux vidéo, le *gameplay* et l'immersion, les facteurs d'acceptabilité, l'accessibilité et l'utilisabilité, le *serious game* et la pratique antérieure.

L'ensemble de ces résultats a été interprété et confronté à la littérature. Il est ressorti en premier lieu que les joueurs âgés étaient sensibles au rythme du jeu. Un lien naturel a été établi avec les travaux portant sur le ralentissement de

la vitesse de traitement de l'information lié à l'âge (Salthouse, 1996). Concernant l'évaluation les représentations des personnes âgées, certains thèmes récurrents de la littérature sur les joueurs plus jeunes ont été retrouvés chez les sujets âgés, tels que la compétition, l'interaction sociale, le divertissement, l'immersion et le soulagement du stress et de l'ennui. Les différences étaient centrées sur des thèmes spécifiques aux MMORPG, ou sur des thèmes relatifs aux enjeux du jeu vidéo, plus importants pour les joueurs jeunes que pour les joueurs âgés.

Les perspectives de recherche ont été discutées, et ont souligné l'importance de mieux comprendre les mécanismes de la motivation et du Flux chez les joueurs âgés. L'adaptabilité de la jouabilité a également été mise en avant, comme une piste de réflexion nécessaire pour l'implémentation des *serious game* auprès de cette population.

Ce travail s'est achevé sur une réflexion autour de l'évolution des jeux vidéo, celle des joueurs et celle des personnes âgées. Notre travail s'achève donc sur la nécessité d'une meilleure synergie entre les différents acteurs du *serious game*, et l'adaptation du monde de la santé aux nouvelles solutions qui apparaissent.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Aalten, P., de Vugt, M. E., Lousberg, R., Korten, E., Jaspers, N., Senden, B., ... Verhey, F. R. J. (2003). Behavioral problems in dementia: a factor analysis of the neuropsychiatric inventory. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, 15(2), 99-105.
- Ackerman, P. (2008). Knowledge and cognitive aging. In F. Craik & T. A. Salthouse (Eds.), *The handbook of aging and cognition* (3rd ed., pp. 445-483). New York: Psychology Press.
- Acthman, R.L., Green, C.S., Bavelier, D. (2008). Video Games as a Tool to Train Cognitive Skills. *Restorative Neurology and Neuroscience*, 26, 435-446.
Retrieved from
<http://oai.dtic.mil/oai/oai?verb=getRecord&metadataPrefix=html&identifier=ADA444148>
- Admiraal, W., Huizenga, J., Akkerman, S., & Dam, G. ten. (2011). The concept of flow in collaborative game-based learning. *Computers in Human Behavior*, 27(3), 1185-1194. doi:10.1016/j.chb.2010.12.013
- Albert, M. S., DeKosky, S. T., Dickson, D., Dubois, B., Feldman, H. H., Fox, N. C., ... Phelps, C. H. (2011). The diagnosis of mild cognitive impairment due to Alzheimer's disease: recommendations from the National Institute on Aging-Alzheimer's Association workgroups on diagnostic guidelines for Alzheimer's disease. *Alzheimer's & Dementia : The Journal of the Alzheimer's Association*, 7(3), 270-9. doi:10.1016/j.jalz.2011.03.008
- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders fifth edition (DSM-5)*. *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders 4th edition TR*. (pp. 329-354). American Psychiatric Publishing.
- Anderson, C. A., & Bushman, B. J. (2001). Effects of Violent Video Games on Aggressive Behavior, Aggressive Cognition, Aggressive Affect, Physiological Arousal, and Prosocial Behavior: A Meta-Analytic Review of the Scientific Literature. *Psychological Science*, 12(5), 353-359. doi:10.1111/1467-9280.00366
- Anderson, C. A., Sakamoto, A., Gentile, D. A., Ihori, N., Shibuya, A., Yukawa, S., ... Kobayashi, K. (2008). Longitudinal effects of violent video games on aggression in Japan and the United States. *Pediatrics*, 122(5), e1067-72. doi:10.1542/peds.2008-1425
- Andrews, S. C., Hoy, K. E., Enticott, P. G., Daskalakis, Z. J., & Fitzgerald, P. B. (2011). Improving working memory: the effect of combining cognitive activity and anodal transcranial direct current stimulation to the left dorsolateral prefrontal cortex. *Brain Stimulation*, 4(2), 84-9. doi:10.1016/j.brs.2010.06.004

- Angevaren, M., Aufdemkampe, G., Verhaar, H. J. J., Aleman, A., & Vanhees, L. (2008). Physical activity and enhanced fitness to improve cognitive function in older people without known cognitive impairment. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, (3), CD005381. doi:10.1002/14651858.CD005381.pub3
- Appleton, J. J., Christenson, S. L., Kim, D., & Reschly, A. L. (2006). Measuring cognitive and psychological engagement: Validation of the Student Engagement Instrument. *Journal of School Psychology*, 44(5), 427-445. doi:10.1016/j.jsp.2006.04.002
- Baltes, M. M., Kühl, K. P., Gutzmann, H., & Sowarka, D. (1995). *Potential of cognitive plasticity as a diagnostic instrument: a cross-validation and extension. Psychology and aging* (Vol. 10, pp. 167-172). doi:10.1037/0882-7974.10.2.167
- Baltes, M. M., Kühl, K. P., & Sowarka, D. (1992). *Testing for limits of cognitive reserve capacity: a promising strategy for early diagnosis of dementia? Journal of gerontology* (Vol. 47, pp. P165-P167).
- Baltes, P. B., & Kliegl, R. (1992). Further testing of limits of cognitive plasticity: Negative age differences in a mnemonic skill are robust. *Developmental Neuropsychology*, 28(1), 121-125.
- Baltes, P. B., & Singer, T. (2001). Plasticity and the ageing mind: an exemplar of the bio-cultural orchestration of brain and behaviour. *European Review*, 9(01), 59-76. doi:10.1017/S1062798701000060
- Bandura, A. (1997). Self-efficacy: The exercise of control. Retrieved from http://scholar.google.fr/scholar?hl=fr&as_sdt=0,5&q=self+efficacy+Bandura,+1997#8
- Barr, P., Noble, J., & Biddle, R. (2007). Video game values: Human-computer interaction and games. *Interacting with Computers*, 19(2), 180-195. doi:10.1016/j.intcom.2006.08.008
- Basak, C., Boot, W. R., Voss, M. W., & Kramer, A. F. (2008). Can training in a real-time strategy video game attenuate cognitive decline in older adults? *Psychology and Aging*, 23(4), 765-77. doi:10.1037/a0013494
- Bempechat, J., & Shernoff, D. (2012). Parental influences on achievement motivation and student engagement. *Handbook of Research on Student Engagement*. Retrieved from http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4614-2018-7_15
- Benson, V., & Marano, M. A. (1998). Current estimates from the National Health Interview Survey, 1995. *Vital and Health Statistics. Series 10, Data from the National Health Survey*, (199), 1-428. Retrieved from <http://europepmc.org/abstract/MED/9914773>

- Benveniste, S., Jouvelot, P., Pin, B., & Péquignot, R. (2012). The MINWii project: Renarcissization of patients suffering from Alzheimer's disease through video game-based music therapy. *Entertainment Computing*, 3(4), 111-120. doi:10.1016/j.entcom.2011.12.004
- Boulay, M., Benveniste, S., Boespflug, S., Jouvelot, P., & Rigaud, A.-S. (2011). A pilot usability study of MINWii, a music therapy game for demented patients. *Technology and Health Care : Official Journal of the European Society for Engineering and Medicine*, 19(4), 233-46. doi:10.3233/THC-2011-0628
- Bouma, H. (2001). Creating adaptive technological environments. *Gerontechnology*, 1(1), 1-3. doi:10.4017/gt.2001.01.01.001.00
- Bourgonjon, J., Valcke, M., Soetaert, R., & Schellens, T. (2010). Students' perceptions about the use of video games in the classroom. *Computers & Education*, 54(4), 1145-1156. doi:10.1016/j.compedu.2009.10.022
- Boyle, E., Connolly, T. M., & Hainey, T. (2011). The role of psychology in understanding the impact of computer games. *Entertainment Computing*, 2(2), 69-74. doi:10.1016/j.entcom.2010.12.002
- Breuil, V., Rotrou, J. DE, Forette, F., Tortrat, D., Ganansia-Ganem, A., Frambourt, A., ... Boller, F. (1994). Cognitive stimulation of patients with dementia: Preliminary results. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 9(3), 211-217. doi:10.1002/gps.930090306
- Buschkuehl, M., & Jaeggi, S. (2008). Impact of working memory training on memory performance in old-old adults. *Psychology and ...*. Retrieved from <http://psycnet.apa.org/journals/pag/23/4/743/>
- Bushman, B., & Anderson, C. (2002). Violent video games and hostile expectations: A test of the general aggression model. *Personality and Social Psychology ...*. Retrieved from <http://psp.sagepub.com/content/28/12/1679.short>
- Bushman, B. J., & Gibson, B. (2010). Violent Video Games Cause an Increase in Aggression Long After the Game Has Been Turned Off. *Social Psychological and Personality Science*, 2(1), 29-32. doi:10.1177/1948550610379506
- Caulton, D. A. (2001). Relaxing the homogeneity assumption in usability testing. *Behaviour & Information Technology*, 20(1), 1-7. doi:10.1080/01449290010020648
- Chertkow, H., Verret, L., Bergman, H., Wolfson, C., & Mckelvey, R. (2001). Predicting progression to dementia in elderly subjects with mild cognitive impairment: A multidisciplinary approach. *Neurology*, 56(8), A216-A217.
- Christensen, H., Hadzi-Pavlovic, D., & Jacomb, P. (1991). The psychometric differentiation of dementia from normal aging: A meta-analysis. *Psychological Assessment: A Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 3(2), 147-155. doi:10.1037/1040-3590.3.2.147

- Clare, L. (2003). Rehabilitation for people with dementia. In B. Wilson (Ed.), *Neuropsychological rehabilitation: Theory and practice* (pp. 197-215). Lisse, NL: Swets & Zeitlinger. Retrieved from http://books.google.fr/books?hl=fr&lr=&id=4WB4AgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA197&dq=Rehabilitation+for+people+with+dementia.&ots=P2rB9dL_XL&sig=vsWJBonCx2GNA8A-UbE2L_177MM
- Clare, L., & Woods, R. T. (2004). Cognitive training and cognitive rehabilitation for people with early-stage Alzheimer's disease: A review. *Neuropsychological Rehabilitation*, 14(4), 385-401. doi:10.1080/09602010443000074
- Colcombe, S. J., Kramer, A. F., McAuley, E., Erickson, K. I., & Scalf, P. (2004). Neurocognitive aging and cardiovascular fitness: recent findings and future directions. *Journal of Molecular Neuroscience : MN*, 24(1), 9-14. doi:10.1385/JMN:24:1:009
- Colcombe, S., & Kramer, A. F. (2003). Fitness effects on the cognitive function of older adults: A meta-analytic study. *Psychological Science*, 14, 125-130. doi:10.1111/1467-9280.t01-1-01430
- Craik, F., & Salthouse, T. (2008). Handbook of cognitive aging. *Psychology Press, New York*.
- Csikszentmihalyi, M. (1990). Flow: the psychology of optimal experience. Retrieved from http://scholar.google.fr/scholar?q=Flow:+The+psychology+of+optimal+experience.+1990&btnG=&hl=fr&as_sdt=0,5#4
- Dahlin, E., Nyberg, L., Bäckman, L., & Neely, A. (2008). Plasticity of executive functioning in young and older adults: immediate training gains, transfer, and long-term maintenance. *Psychology and Aging*. Retrieved from <http://psycnet.apa.org/journals/pag/23/4/720/>
- Dale, G. (1996). Existential phenomenology: Emphasizing the experience of the athlete in sport psychology research. *Sport Psychologist*. Retrieved from <http://www.cabdirect.org/abstracts/19800389964.html>
- Davis, R., Massman, P., & Doody, R. (2001). Cognitive intervention in Alzheimer disease: a randomized placebo-controlled study. *Alzheimer Disease & ...*. Retrieved from http://journals.lww.com/alzheimerjournal/Abstract/2001/01000/Cognitive_Intervention_in_Alzheimer_Disease__A.1.aspx
- Deci, E. (1975). L.(1975) Intrinsic motivation. *New York, London*. Retrieved from [http://scholar.google.fr/scholar?q=Deci,+E.+L.+\(1975\).+Intrinsic+Motivation.&hl=fr&as_sdt=0,5&as_ylo=1975&as_yhi=1975#4](http://scholar.google.fr/scholar?q=Deci,+E.+L.+(1975).+Intrinsic+Motivation.&hl=fr&as_sdt=0,5&as_ylo=1975&as_yhi=1975#4)
- Deci, E., Koestner, R., & Ryan, R. (1999). A meta-analytic review of experiments examining the effects of extrinsic rewards on intrinsic motivation.

- Psychological Bulletin*. Retrieved from <http://psycnet.apa.org/journals/bul/125/6/627>.
- Deci, E., & Ryan, R. (2000). The “ what” and “ why” of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry*. Retrieved from http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1207/S15327965PLI1104_01
- Denis, G. (2006). *Jeux vidéo éducatifs et motivation : application à l'enseignement du jazz*. Ecole des Mines de Paris.
- Desurvire, H., Caplan, M., & Toth, J. A. (2004). Using heuristics to evaluate the playability of games. In *Extended abstracts of the 2004 conference on Human factors and computing systems - CHI '04* (p. 1509). New York, New York, USA: ACM Press. doi:10.1145/985921.986102
- Dubois, B. (2000). “Prodromal Alzheimer’s disease”: a more useful concept than mild cognitive impairment? *Current Opinion in Neurology*, 13(4), 367-369. doi:10.1097/00019052-200008000-00001
- Dubois, B., Feldman, H. H., Jacova, C., Cummings, J. L., DeKosky, S. T., Barberger-Gateau, P., ... Scheltens, P. (2010). Revising the definition of Alzheimer’s disease: A new lexicon. *The Lancet Neurology*.
- Dunlosky, J., Kubat-Silman, A. K., & Hertzog, C. (n.d.). Effects of aging on the magnitude and accuracy of quality-of-encoding judgments.
- Dye, M. W. G., Green, C. S., & Bavelier, D. (2009). The development of attention skills in action video game players. *Neuropsychologia*, 47(8-9), 1780-9. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2009.02.002
- Ebly, E. M., Hogan, D. B., & Parhad, I. M. (1995). Cognitive impairment in the nondemented elderly. Results from the Canadian Study of Health and Aging. *Archives of Neurology*, 52(6), 612-619.
- Edwards, J. D., Wadley, V. G., Vance, D. E., Wood, K., Roenker, D. L., & Ball, K. K. (2005). The impact of speed of processing training on cognitive and everyday performance. *Aging & Mental Health*, 9(3), 262-71. doi:10.1080/13607860412331336788
- Edwards, J., Wadley, V., & Myers, R. (2002). Transfer of a speed of processing intervention to near and far cognitive functions. Retrieved from http://scholar.google.fr/scholar?q=Transfer+of+a+speed+of+processing+intervention+to+near+and+far+cognitive+functions&btnG=&hl=fr&as_sdt=0,5#0
- Fabricatore, C., Nussbaum, M., & Rosas, R. (2002). Playability in Action Videogames: A Qualitative Design Model. *Human-Computer Interaction*, 17(4), 311-368. doi:10.1207/S15327051HCI1704_1

- Falstein, N. (2005). Understanding Fun—The Theory of Natural Funativity. *Introduction to Game Development*. Retrieved from http://scholar.google.fr/scholar?q=Falstein,+2005&btnG=&hl=fr&as_sdt=0,5#2
- Farina, E., Fioravanti, R., Chiavari, L., Imbornone, E., Alberoni, M., Pomati, S., ... Mariani, C. (2002). Comparing two programs of cognitive training in Alzheimer's disease: a pilot study. *Acta Neurologica Scandinavica*, 105(5), 365-371. doi:10.1034/j.1600-0404.2002.01086.x
- Federoff, M. (2002). Heuristics and usability guidelines for the creation and evaluation of fun in video games. Retrieved from http://scholar.google.fr/scholar?q=Federoff,+2002&btnG=&hl=fr&as_sdt=0,5#2
- Fenouillet, F. (2009). Vers une approche intégrative des théories de la motivation. ... Fenouillet (Ed.), *Traité de Psychologie de La Motivation* Retrieved from http://scholar.google.fr/scholar?q=Les+théories+de+la+motivation&btnG=&hl=fr&as_sdt=0,5#8
- Fenouillet, F. (2012). Les théories de la motivation. Retrieved from http://books.google.fr/books?hl=fr&lr=&id=H29YS5wF0EUC&oi=fnd&pg=PP4&q=Les+théories+de+la+motivation&ots=xsCokD_khi&sig=_U0Ub_BNoWA1qnESpiws0g1ORwo
- Ferguson, C. J. (2007). Evidence for publication bias in video game violence effects literature: A meta-analytic review. *Aggression and Violent Behavior*, 12(4), 470-482. doi:10.1016/j.avb.2007.01.001
- Ferguson, C. J. (2009). Media Violence Effects: Confirmed Truth or Just Another X-File? *Journal of Forensic Psychology Practice*, 9(2), 103-126. doi:10.1080/15228930802572059
- Ferguson, C. J. (2013). Violent video games and the Supreme Court: Lessons for the scientific community in the wake of *Brown v. Entertainment Merchants Association*. *American Psychologist*, 68, 57 - 74.
- Ferguson, C. J., Colwell, J., Mlačić, B., Milas, G., & Mikloušić, I. (2011). Personality and media influences on violence and depression in a cross-national sample of young adults: Data from Mexican-Americans, English and Croatians. *Computers in Human Behavior*, 27(3), 1195-1200. doi:10.1016/j.chb.2010.12.015
- Fernández-Ballesteros, R., & Calero, M. D. (1995). Training effects on intelligence of older persons. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 20(2), 135-148. doi:10.1016/0167-4943(94)00591-T
- Fisk, A., Roger, W., Charness, N., Czaja, S., & Sharit, J. (2009). Designing for older adults. Ed. Retrieved from http://scholar.google.fr/scholar?q=Fisk,+Rogers,+Charness,+Czaja,+&+Sharit,+2009&btnG=&hl=fr&as_sdt=0,5#6

- Fisk, A., & Rogers, W. (1997). Handbook of human factors and the older adult. Retrieved from <http://psycnet.apa.org/psycinfo/1996-98801-000>
- Fisk, A., Rogers, W., Charness, N., Czaja, S., & Sharit, J. (2009). Designing for older adults: Principles and creative human factors approaches: CRC. Retrieved from http://scholar.google.fr/scholar?q=Fisk,+Rogers,+Charness,+Czaja,+&+Sharit,+2009&btnG=&hl=fr&as_sdt=0,5#3
- Forstmeier, S., Maercker, A., Maier, W., van den Bussche, H., Riedel-Heller, S., Kaduszkiewicz, H., ... Wagner, M. (2012). Motivational reserve: Motivation-related occupational abilities and risk of mild cognitive impairment and Alzheimer disease. *Psychology and Aging*, 27(2), 353-363. doi:10.1037/a0025117
- Fredricks, J. A., Blumenfeld, P. C., & Paris, A. H. (2004). School Engagement: Potential of the Concept, State of the Evidence. *Review of Educational Research*, 74(1), 59-109. doi:10.3102/00346543074001059
- Funk, J., Chan, M., Brouwer, J., & Curtiss, K. (2006). A biopsychosocial analysis of the video game-playing experience of children and adults in the United States. *SIMILE: Studies in Media & ...*. Retrieved from <http://utpjournals.metapress.com/index/h2g0732025831q89.pdf>
- Gee, J. (2005). Good video games and good learning. *Phi Kappa Phi Forum*. Retrieved from http://dmlcentral.net/sites/dmlcentral/files/resource_files/goodvideogameslearning.pdf
- Gentile, D. A., Coyne, S., & Walsh, D. A. (2011). Media violence, physical aggression, and relational aggression in school age children: a short-term longitudinal study. *Aggressive Behavior*, 37(2), 193-206. doi:10.1002/ab.20380
- Giambra M., L., Arenberg, D., Zonderman, A. B., Kawas, C., & Costa Jr., P. T. (1995). Adult life span changes in immediate visual memory and verbal intelligence. *Psychology and Aging*, 10(1), 123-139. doi:10.1037/0882-7974.10.1.123
- Glass, B. D., Maddox, W. T., & Love, B. C. (2013). Real-Time Strategy Game Training: Emergence of a Cognitive Flexibility Trait. *PLoS ONE*, 8(8), e70350. doi:10.1371/journal.pone.0070350
- Goldstein, J., Cajko, L., Oosterbroeck, M., Michielsen, M., Houten, O. van, & Salverda, F. (1997). Video games and the elderly. *Social Behavior and Personality*, 25(4), 345-352. Retrieved from <http://www.ingentaconnect.com/content/sbp/sbp/1997/00000025/00000004/art00006>
- Green, C. S., & Bavelier, D. (2003). Action video game modifies visual selective attention, 423(6939), 534-537.

- Green, C. S., & Bavelier, D. (2006). Effect of action video games on the spatial distribution of visuospatial attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 32(6), 1465-78. doi:10.1037/0096-1523.32.6.1465
- Green, C. S., Li, R., & Bavelier, D. (2010). Perceptual learning during action video game playing. *Topics in Cognitive Science*, 2, 202-216. doi:10.1111/j.1756-8765.2009.01054.x
- Greenfield, P. (1994). Video games as cultural artifacts. *Journal of Applied Developmental Psychology*. Retrieved from [http://scholar.google.fr/scholar?q=Greenfield,+1994\).+&btnG=&hl=fr&as_sdt=0,5#0](http://scholar.google.fr/scholar?q=Greenfield,+1994).+&btnG=&hl=fr&as_sdt=0,5#0)
- Gunter, W. D., & Daly, K. (2012). Causal or spurious: Using propensity score matching to detangle the relationship between violent video games and violent behavior. *Computers in Human Behavior*, 28(4), 1348-1355. doi:10.1016/j.chb.2012.02.020
- Hale, S., & Myerson, J. (1995). Fifty years older, fifty percent slower? meta-analytic regression models and semantic context effects. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, 2(2), 132-145. doi:10.1080/13825589508256593
- Hardy, M., Wiebe, E. N., Grafsgaard, J. F., Boyer, K. E., & Lester, J. C. (2013). Physiological Responses to Events during Training: Use of Skin Conductance to Inform Future Adaptive Learning Systems. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 57(1), 2101-2105. doi:10.1177/1541931213571468
- Harrington, T., & Harrington, M. (2000). Gerontechnology. Why and How. Shaker, Maastricht 2000. ISBN 90-423-0107-4. Retrieved from http://scholar.google.fr/scholar?hl=fr&as_sdt=0,5&q=gerontechnology+Harrington+&+Harrington,+2000#1
- Hasher, L., & Zacks, R. T. (1988). Working Memory, Comprehension, and Aging: A Review and a New View. *Psychology of Learning and Motivation*, 22, 193-225. doi:10.1016/S0079-7421(08)60041-9
- Hassenzahl, M., Diefenbach, S., & Göritz, A. (2010). Needs, affect, and interactive products - Facets of user experience. *Interacting with Computers*, 22(5), 353-362. doi:10.1016/j.intcom.2010.04.002
- Hedden, T., & Gabrieli, J. D. E. (2004). Insights into the ageing mind: a view from cognitive neuroscience. *Nature Reviews. Neuroscience*, 5(2), 87-96. doi:10.1038/nrn1323
- Heiss, W.-D., Kessler, J., Mielke, R., Szelies, B., & Herholz, K. (1994). Long-Term Effects of Phosphatidylserine, Pyritinol, and Cognitive Training in Alzheimer's

- Disease. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, 5(2), 88-98.
doi:10.1159/000106702
- Hess, T. M., Emery, L., & Queen, T. L. (2009). Task demands moderate stereotype threat effects on memory performance. *The Journals of Gerontology. Series B, Psychological Sciences and Social Sciences*, 64(4), 482-6.
doi:10.1093/geronb/gbp044
- Hofer, S., & Piccinin, A. (2007). Longitudinal studies. *Encyclopedia of Gerontology: Age, Aging, and the Aged*. Retrieved from
http://scholar.google.fr/scholar?q=Hofer+et+Piccinin,+2007&btnG=&hl=fr&as_sdt=0,5#2
- Hofmann, M., Hock, C., Kühler, A., & Müller-Spahn, F. (1996). Interactive computer-based cognitive training in patients with Alzheimer's disease. *Journal of Psychiatric Research*, 30(6), 493-501. doi:10.1016/S0022-3956(96)00036-2
- Hoogen, W. van den. (2008). Exploring behavioral expressions of player experience in digital games. ... of *Games ECAG 2008*. Retrieved from
<http://www.academia.edu/download/30752043/ECAG2008.pdf>
- Horn, J. (1994). Theory of fluid and crystallized intelligence. *Encyclopedia of Human Intelligence*. Retrieved from
http://scholar.google.com/scholar?q=horn+1994+theory+of+fluid&btnG=&hl=fr&as_sdt=0,5#0
- Hsu, C., & Lu, H. (2004). Why do people play on-line games? An extended TAM with social influences and flow experience. *Information & Management*. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378720603001319>
- Huppert, F., & Whittington, J. (1993). Changes in cognitive function in a population sample. *The Health and Lifestyle Survey: Seven Years On*. Retrieved from
http://scholar.google.fr/scholar?q=Huppert+&+Whittington,+1993&btnG=&hl=fr&as_sdt=0,5#8
- Hwang, M., Hong, J., & Jong, J. (2009). From fingers to embodiment: A study on the relations of the usability, dependability of the embodied interactive video games and the elders' flow experience. *Learning by Playing*. Retrieved from http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-03364-3_55
- Ijsselstein, W., Nap, H. H., de Kort, Y., & Poels, K. (2007). Digital game design for elderly users. *Proceedings of the 2007 Conference on Future Play - Future Play '07*, 17. doi:10.1145/1328202.1328206
- Inal, Y., & Cagiltay, K. (2007). Flow experiences of children in an interactive social game environment. *British Journal of Educational Technology*, 38(3), 455-464. doi:10.1111/j.1467-8535.2007.00709.x

- Jackson, S., & Marsh, H. (1996). Development and validation of a scale to measure optimal experience: The Flow State Scale. *Journal of Sport ...*. Retrieved from http://scholar.google.fr/scholar?q=Flow+state+scale+Jackson+%26+Marsh,+1996&btnG=&hl=fr&as_sdt=0,5#0
- Jaeggi, S. M., Buschkuhl, M., Jonides, J., & Perrig, W. J. (2008). Improving fluid intelligence with training on working memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105(19), 6829-33. doi:10.1073/pnas.0801268105
- Jenkins, H. (2006). *Convergence Culture: Where Old and New Media Collide* (p. 368). Retrieved from <http://books.google.com/books?hl=fr&lr=&id=RlRVNikT06YC&pgis=1>
- Jessberger, S., & Gage, F. (2008). Stem-cell-associated structural and functional plasticity in the aging hippocampus. *Psychology and Aging*. Retrieved from <http://psycnet.apa.org/journals/pag/23/4/684/>
- Jorgensen, A. H. (2004). Marrying HCI/Usability and computer games. In *Proceedings of the third Nordic conference on Human-computer interaction - NordiCHI '04* (pp. 393-396). New York, New York, USA: ACM Press. doi:10.1145/1028014.1028078
- Juul, J. (2003). The game, the player, the world: looking for a heart of gameness. *DIGRA Conf.* Retrieved from http://ocw.metu.edu.tr/pluginfile.php/4471/mod_resource/content/0/ceit706/week3_new/JesperJuul_GamePlayerWorld.pdf
- Kantowitz, B., & Sorkin, R. (1983). Human factors. *New York Etc.: John Wiley*. Retrieved from http://scholar.google.fr/scholar?q=Kantowitz+%26+Sorkin,+1983&btnG=&hl=fr&as_sdt=0,5#4
- Kavakli, M., & Thorne, J. (2002). A usability study of input devices on measuring user performance in computer games. *Proceedings of First International Conference on ...*. Retrieved from http://scholar.google.fr/scholar?q=A+usability+study+of+input+devices+on+measuring+user+performance+in+computer+games.&btnG=&hl=fr&as_sdt=0,5#0
- Kempermann, G., Gast, D., & Gage, F. H. (2002). Neuroplasticity in old age: sustained fivefold induction of hippocampal neurogenesis by long-term environmental enrichment. *Annals of Neurology*, 52(2), 135-43. doi:10.1002/ana.10262
- Klimmt, C., Blake, C., & Hefner, D. (2009). Player performance, satisfaction, and video game enjoyment. ... *Computing-ICEC 2009*. Retrieved from http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-04052-8_1
- Klimmt, C., & Hartmann, T. (2006). Effectance, Self-Efficacy, and the Motivation to Play Video Games. In P. Vorderer & J. Bryant (Eds.), *Playing video games:*

- Motives, responses, and consequences.* (pp. 133-145). Mahwah, NJ, US: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Klimmt, C., Hartmann, T., & Frey, A. (2007). Effectance and control as determinants of video game enjoyment. *Cyberpsychology & Behavior : The Impact of the Internet, Multimedia and Virtual Reality on Behavior and Society*, 10(6), 845-7. doi:10.1089/cpb.2007.9942
- Klingberg, T., Fernell, E., & Olesen, P. (2005). Computerized training of working memory in children with ADHD-a randomized, controlled trial. *Journal of the American ...* Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0890856709614271>
- Klinger, E., Martinet, E., Lucas, A., & Perret, D. (2012). Design of virtual reality based physical and cognitive stimulation exercises for elderly people. In *Proc. 9th Intl Conf. on Disability, Virtual Reality and Assoc. Technologies* (pp. 10-12). Laval, France. Retrieved from http://www.icdvrat.reading.ac.uk/2012/papers/ICDVRAT2012_S12N2_Klinger_Martinet_etal.pdf
- Koltai, D. C., Welsh-Bohmer, K. A., & Schmechel, D. E. (2001). Influence of anosognosia on treatment outcome among dementia patients. *Neuropsychological Rehabilitation*, 11(3-4), 455-475. doi:10.1080/09602010042000097
- Kramer, A. F., Hahn, S., Cohen, N. J., & Al., E. (1999). Ageing, fitness, and neurocognitive function. *Nature*, 400, 418-419.
- Kühn, S., Gleich, T., Lorenz, R. C., Lindenberger, U., & Gallinat, J. (2013). Playing Super Mario induces structural brain plasticity: gray matter changes resulting from training with a commercial video game. *Molecular Psychiatry*. doi:10.1038/mp.2013.120
- Kunczik, M. (1993). *Communication and social change : a summary of theories, policies and experiences for media practitioners in the Third world.* Friedrich-Ebert-Stiftung (4th ed., pp. 12-13). Bonn: Friedrich-Ebert-Stiftung.
- Kutner, L. A., Olson, C. K., Warner, D. E., & Hertzog, S. M. (2008). Parents' and Sons' Perspectives on Video Game Play: A Qualitative Study. *Journal of Adolescent Research*, 23(1), 76-96. doi:10.1177/0743558407310721
- Laitinen, S. (2005). Better games through usability evaluation and testing. *Gamasutra*. URL: <Http://www.Gamasutra.Com/> Retrieved from http://www.8-bitbearconsulting.com/papers/8-bit_Better_Games_Through_Usability_TGS2008_Laitinen.pdf
- Lee, C. Do, Folsom, A. R., & Blair, S. N. (2003). Physical activity and stroke risk: a meta-analysis. *Stroke; a Journal of Cerebral Circulation*, 34(10), 2475-81. doi:10.1161/01.STR.0000091843.02517.9D

- Lee, K., & Peng, W. (2006). What do we know about social and psychological effects of computer games? A comprehensive review of the current literature. ... *Games: Motives, Responses, and Consequences*. Retrieved from <http://pdf-release.net/external/2383500/pdf-release-dot-net-Lee Peng.pdf>
- Lehmann, J., Lalmas, M., Yom-Tov, E., & Dupret, G. (2012). Models of user engagement. *User Modeling, Adaptation, ...* Retrieved from http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-31454-4_14
- Li, S., Schmiedek, F., & Huxhold, O. (2008). Working memory plasticity in old age: practice gain, transfer, and maintenance. *Psychology and ...* Retrieved from <http://psycnet.apa.org/journals/pag/23/4/731/>
- Liao, L. (2006). A Flow Theory Perspective on Learner Motivation and Behavior in Distance Education. *Distance Education*, 27(1), 45-62. doi:10.1080/01587910600653215
- Lidz, C. S. (1987). *Dynamic assessment: An interactional approach to evaluating learning potential*. New York: Guilford Press.
- López, O. (2001). Deterioro Cognitivo Ligerio: enfermedad de Alzheimer incipiente. In J. Martinez-Lage & Z. Khachaturian (Eds.), *Alzheimer XXI: Ciencia y Sociedad* (pp. 199-205). Barcelona: Masson.
- Ma, Y., & Williams, D. (2011). Designing an Electronic Educational Game to Facilitate Immersion and Flow. In *Paper presented at the AERA Annual Meeting*. New Orleans, LA.
- Maillot, P., Perrot, A., & Hartley, A. (2012). [The effects of video games on cognitive aging]. *Gériatrie et Psychologie Neuropsychiatrie Du Vieillessement*, 10(1), 83-94. doi:10.1684/pnv.2012.0317
- Malone, T. (1982). Heuristics for designing enjoyable user interfaces: Lessons from computer games. *Proceedings of the 1982 Conference on Human Factors ...* Retrieved from <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=801756>
- Malone, T., & Lepper, M. (1987). Making learning fun: A taxonomy of intrinsic motivations for learning. *Aptitude, Learning, and Instruction*. Retrieved from http://scholar.google.fr/scholar?hl=fr&as_sdt=0,5&q=Malone+et+Lepper,+1987#0
- Malone, T. W. (1980). What makes things fun to learn? heuristics for designing instructional computer games. In *Proceedings of the 3rd ACM SIGSMALL symposium and the first SIGPC symposium on Small systems - SIGSMALL '80* (pp. 162-169). New York, New York, USA: ACM Press. doi:10.1145/800088.802839
- Mandryk, R. L., & Atkins, M. S. (2007). A fuzzy physiological approach for continuously modeling emotion during interaction with play technologies.

International Journal of Human-Computer Studies, 65(4), 329-347.
doi:10.1016/j.ijhcs.2006.11.011

Mandryk, R. L., & Gutwin, C. (2008). Perceptibility and utility of sticky targets, 65-72. Retrieved from <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1375714.1375726>

Mandryk, R. L., Inkpen, K. M., & Calvert, T. W. (2006). Using psychophysiological techniques to measure user experience with entertainment technologies. *Behaviour & Information Technology*, 25(2), 141-158.
doi:10.1080/01449290500331156

Marsh, H. W., & Jackson, S. A. (1999). Flow experience in sport: Construct validation of multidimensional, hierarchical state and trait responses. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 6(4), 343-371.
doi:10.1080/10705519909540140

Martinez-Lage, J. (2002). La polémica etiqueta diagnóstica de leve deterioro cognitivo en las personas mayores [Debate about a diagnostic label]. In J. Ribera Casado & P. Gregorio (Eds.), *Función Mental y envejecimiento*. Madrid: Editores Médicos.

Mayo, M. J. (2009). Video games: a route to large-scale STEM education? *Science (New York, N.Y.)*, 323(5910), 79-82. doi:10.1126/science.1166900

Mayr, U. (2008). Introduction to the special section on cognitive plasticity in the aging mind. *Psychology and Aging*, 23(4), 681-3. doi:10.1037/a0014346

McAuley, E., Kramer, A. F., & Colcombe, S. J. (2004). Cardiovascular fitness and neurocognitive function in older adults: a brief review. *Brain, Behavior, and Immunity*, 18(3), 214-220. Retrieved from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&opt=Citation&list_uids=15116743

McKhann, G., Drachman, D., Folstein, M., Katzman, R., Price, D., & Stadlan, E. (1984). Clinical diagnosis of Alzheimer's disease: Report of the NINCDS-ADRDA Work Group under the auspices of the Department of Health and Human Services Task Force on Alzheimer's Disease. *Neurology*, 34(7), 939-944.

McKhann, G. M. (2002). New neurons for aging brains. *Annals of Neurology*, 52(2), 133-4. doi:10.1002/ana.10303

McKhann, G. M., Knopman, D. S., Chertkow, H., Hyman, B. T., Jack, C. R., Kawas, C. H., ... Phelps, C. H. (2011). The diagnosis of dementia due to Alzheimer's disease: recommendations from the National Institute on Aging-Alzheimer's Association workgroups on diagnostic guidelines for Alzheimer's disease. *Alzheimer's & Dementia : The Journal of the Alzheimer's Association*, 7(3), 263-9. doi:10.1016/j.jalz.2011.03.005

- McLaughlin, A., Gandy, M., Allaire, J., & Whitlock, L. (2012). Putting Fun into Video Games for Older Adults. *Ergonomics in Design: The Quarterly of Human Factors Applications*, 20(2), 13-22. doi:10.1177/1064804611435654
- McLellan, D. (1991). Functional recovery and the principles of disability medicine. *Clinical Neurology*. Retrieved from http://scholar.google.fr/scholar?q=Functional+recovery+and+the+principles+of+disability+medicine.&btnG=&hl=fr&as_sdt=0%2C5#0
- Medlock, M., & Wixon, D. (2002). Using the RITE method to improve products: A definition and a case study. *Usability ...*. Retrieved from <http://www.computingscience.nl/docs/vakken/musy/RITE.pdf>
- Melenhorst, A., Rogers, W., & Bouwhuis, D. (2006). Older adults' motivated choice for technological innovation: evidence for benefit-driven selectivity. *Psychology and Aging*. Retrieved from <http://psycnet.apa.org/journals/pag/21/1/190/>
- Murphy, S. (2007). A social meaning framework for research on participation in social online games. *Journal of Media Psychology*. Retrieved from http://scholar.google.fr/scholar?q=A+Social+Meaning+framework+for+research+on+participation+in+social+online+games&btnG=&hl=fr&as_sdt=0,5#1
- Murphy, S. (2009). Video Games, Competition and Exercise: A New Opportunity for Sport Psychologists? *Sport Psychologist*. Retrieved from https://courses.washington.edu/isports/readings/Murphy_video_game_competition_exercise.pdf
- Murray, L. L., Dickerson, S., Lichtenberger, B., & Cox, C. (2003). Effects of toy stimulation on the cognitive, communicative, and emotional functioning of adults in the middle stages of Alzheimer's disease. *Journal of Communication Disorders*, 36(2), 101-127. doi:10.1016/S0021-9924(03)00002-9
- Nacke, L. E., Nacke, A., & Lindley, C. A. (2009). Brain Training for Silver Gamers : Effects of Age and Game Form on Effectiveness , Efficiency ,. *Cyberpsychology & Behavior*, 12(5), 493-499.
- Nacke, L., & Lindley, C. A. (2008). Flow and immersion in first-person shooters. In *Proceedings of the 2008 Conference on Future Play Research, Play, Share - Future Play '08* (p. 81). New York, New York, USA: ACM Press. doi:10.1145/1496984.1496998
- National Science Foundation, D. (2006). Science and Engineering Indicators 2006.
- Nielsen, J. (1994). *Usability Engineering* (Vol. 1994, p. 362). Retrieved from <http://books.google.com/books?hl=fr&lr=&id=DBOowF7LqIQC&pgis=1>
- Nielsen, J. (1994). Usability inspection methods. *Conference Companion on Human Factors in Computing ...*. Retrieved from <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=260531>

- Nielsen, J., & Landauer, T. K. (1993). A mathematical model of the finding of usability problems. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems - CHI '93* (pp. 206-213). New York, New York, USA: ACM Press. doi:10.1145/169059.169166
- Nogier, J.-F. (2008). *Ergonomie du logiciel et design web - 4ème édition - Le manuel des interfaces utilisateur* (4e ed.). Dunod. Retrieved from <http://books.google.com/books?hl=fr&lr=&id=vkLTxfQ7QWkC&pgis=1>
- Noice, H., & Noice, T. (2009). An arts intervention for older adults living in subsidized retirement homes. *Neuropsychology, Development, and Cognition. Section B, Aging, Neuropsychology and Cognition*, 16, 56-79. doi:10.1080/13825580802233400
- O'Brien, H. L., & Toms, E. G. (2008). What is user engagement? A conceptual framework for defining user engagement with technology. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 59(6), 938-955. doi:10.1002/asi.20801
- O'Brien, H. L., & Toms, E. G. (2010). The development and evaluation of a survey to measure user engagement. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 61(1), 50-69. doi:10.1002/asi.21229
- O'Brien, H. L., & Toms, E. G. (2013). Examining the generalizability of the User Engagement Scale (UES) in exploratory search. *Information Processing & Management*, 49(5), 1092-1107. doi:10.1016/j.ipm.2012.08.005
- Olson, C. K. (2010). Children's motivations for video game play in the context of normal development. *Review of General Psychology*, 14(2), 180-187.
- Olson, C. K., Kutner, L. A., & Warner, D. E. (2008). The Role of Violent Video Game Content in Adolescent Development: Boys' Perspectives. *Journal of Adolescent Research*, 23(1), 55-75. doi:10.1177/0743558407310713
- Oswald, C. a., Prorock, C., & Murphy, S. M. (2014). The perceived meaning of the video game experience: An exploratory study. *Psychology of Popular Media Culture*, 3(2), 110-126. doi:10.1037/a0033828
- Pagulayan, R., & Keeker, K. (2003). User-centered design in games. *The Human- ...* Retrieved from http://www.studiosuserresearch.com/hci_handbook_chapter.pdf
- Pagulayan, R., Keeker, K., Wixon, D., R.L., R., & Fuller, T. (2003). The human-computer interaction handbook. *JA Jacko and A. Sears, Eds.* Retrieved from <http://scholar.google.fr/scholar?hl=fr&q=Pagulayan%2C+Keeker%2C+Wixon%2C+Romero%2C+%26+Fuller%2C+2003&btnG=&lr=#1>
- Pak, R., & McLaughlin, A. (2010). *Designing Displays for Older Adults* (p. 211). Retrieved from <http://books.google.com/books?hl=fr&lr=&id=30u74AQRV3MC&pgis=1>

- Patton, M. Q. (1990). *Qualitative evaluation and research methods (2nd ed.)*.
- Petersen, R. C. (2004). Mild cognitive impairment as a diagnostic entity. In *Journal of Internal Medicine* (Vol. 256, pp. 183-194).
- Petersen, R. C., Smith, G. E., Waring, S. C., Ivnik, R. J., Tangalos, E. G., & Kokmen, E. (1999). Mild cognitive impairment: clinical characterization and outcome. *Arch Neurol*, 56(3), 303-308. doi:10.1001/archneur.56.3.303
- Picard, M. (2009, August 1). Pour une esthétique du cinéma transludique : figures du jeu vidéo et de l'animation dans le cinéma d'effets visuels du tournant du XXIe siècle. Retrieved from <https://papyrus.bib.umontreal.ca/xmlui/handle/1866/3735>
- Przybylski, A. K., Rigby, C. S., & Ryan, R. M. (2010a). A motivational model of video game engagement. *Review of General Psychology*, 14(2), 154-166. doi:10.1037/a0019440
- Przybylski, A. K., Rigby, C. S., & Ryan, R. M. (2010b). A motivational model of video game engagement. *Review of General Psychology*, 14(2), 154-166. doi:10.1037/a0019440
- Quayhagen, M. P., Quayhagen, M., Corbeil, R. R., Hendrix, R. C., Jackson, J. E., Snyder, L., & Bower, D. (2000). Coping With Dementia: Evaluation of Four Nonpharmacologic Interventions. *International Psychogeriatrics*, 12(2), 249-265. doi:10.1017/S1041610200006360
- Quayhagen, M., Quayhagen, M., Corbeil, R. R., Hendrix, R. C., Jackson, J. E., Snyder, L., & Bower, D. (1995). A dyadic remediation program for care recipients with dementia. *Nursing ...*, 44(3), 153-159. Retrieved from http://journals.lww.com/nursingresearchonline/abstract/1995/05000/a_dyadic_remediation_program_for_care_recipients.5.aspx
- Rabbitt, P. (1965). An Age-decrement in the Ability to Ignore Irrelevant Information. *Journal of Gerontology*, 20(2), 233-238. doi:10.1093/geronj/20.2.233
- Ritchie, K., Leibovici, D., Ledésert, B., & Touchon, J. (1996). A typology of sub-clinical senescent cognitive disorder. *British Journal of Psychiatry*, 168(APR.), 470-476.
- Robert, P. H., König, A., Amieva, H., Andrieu, S., Bremond, F., Bullock, R., ... Manera, V. (2014). Recommendations for the use of serious games in people with Alzheimer's disease, related disorders and frailty. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 6(MAR).
- Rogers, W. A., Fisk, A. D., Mead, S. E., Walker, N., & Cabrera, E. F. (1996). Training Older Adults to Use Automatic Teller Machines. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 38(3), 425-433. doi:10.1518/001872096778701935

- Rotrou, J. DE, Cantegreil-Kallen, I., Gosselin, A., Wenisch, E., & Rigaud, A.-S. (2002). Cognitive stimulation: a new approach for Alzheimer's disease management. *Brain Aging*, 2(2), 48-53. Retrieved from http://scholar.google.fr/scholar?q=Cognitive+stimulation:+a+new+approach+for+Alzheimer's+disease+management&btnG=&hl=fr&as_sdt=0,5#0
- Rouse, R. (2010). *Game design: Theory and practice*. New York: Jones & Bartlett Learning. Retrieved from http://books.google.fr/books?hl=fr&lr=&id=tGePP1Nu_P8C&oi=fnd&pg=PP2&dq=Game+Design+Theory+and+Practice&ots=TZfMZAwdAm&sig=80xv5-iashuzyAY_ngdwsGR2j2g
- Ryan, R., & Deci, E. (2000). Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. *Contemporary Educational Psychology*. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0361476X99910202>
- Ryan, R. M., Rigby, C. S., & Przybylski, A. (2006). The Motivational Pull of Video Games: A Self-Determination Theory Approach. *Motivation and Emotion*, 30(4), 344-360. doi:10.1007/s11031-006-9051-8
- Saczynski, J. S., Margrett, J. A., & Willis, S. L. (2004). OLDER ADULTS' STRATEGIC BEHAVIOR: EFFECTS OF INDIVIDUAL VERSUS COLLABORATIVE COGNITIVE TRAINING. *Educational Gerontology*, 30(7), 587-610. doi:10.1080/03601270490466985
- Salthouse, T. (2010). Influence of age on practice effects in longitudinal neurocognitive change. *Neuropsychology*. Retrieved from <http://psycnet.apa.org/journals/neu/24/5/563/>
- Salthouse, T. A. Comment on Greenwood (2007): Functional plasticity in cognitive aging.
- Salthouse, T. A. (1991). MEDIATION OF ADULT AGE DIFFERENCES IN COGNITION BY REDUCTIONS IN WORKING MEMORY AND SPEED OF PROCESSING. *Psychological Science*, 2(3), 179-183. doi:10.1111/j.1467-9280.1991.tb00127.x
- Salthouse, T. a. (1996). The processing-speed theory of adult age differences in cognition. *Psychological Review*, 103(3), 403-428. doi:10.1037/0033-295X.103.3.403
- Salthouse, T. A. (2006). Mental Exercise and Mental Aging. Evaluating the Validity of the "Use It or Lose It" Hypothesis. *Perspectives on Psychological Science*, 1(1), 68-87. doi:10.1111/j.1745-6916.2006.00005.x
- Salthouse, T. A. (2010). Selective review of cognitive aging. *Journal of the International Neuropsychological Society : JINS*, 16(5), 754-60. doi:10.1017/S1355617710000706

- Schaie, K. W. (2005). What Can We Learn From Longitudinal Studies of Adult Development? *Research in Human Development*, 2(3), 133-158. doi:10.1207/s15427617rhd0203_4
- Schmorrow, M. (2008). Heterogeneity in the usability evaluation process, 89-98. Retrieved from <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1531514.1531527>
- Schooler, C. (2007). Use It and Keep It, Longer, Probably: A Reply to Salthouse (2006). *Perspectives on Psychological Science*, 2(1), 24-29. doi:10.1111/j.1745-6916.2007.00026.x
- Schreiber, M. (1999). Potential of an Interactive Computer-based Training in the Rehabilitation of Dementia: An Initial Study. *Neuropsychological Rehabilitation*, 9(2), 155-167. doi:10.1080/713755596
- Schulz, R. (2006). *Encyclopedia of Aging* (p. 1340). Retrieved from http://books.google.com/books?hl=fr&lr=&id=VgQAqz_ABUGC&pgis=1
- Sharek, D. (2012). Investigating real-time predictors of engagement: Implications for adaptive video games and online training. Retrieved from <http://gradworks.umi.com/35/38/3538299.html>
- Sharit, J., Czaja, S. J., Perdomo, D., & Lee, C. C. (2004). A cost-benefit analysis methodology for assessing product adoption by older user populations. *Applied Ergonomics*, 35(2), 81-92. doi:10.1016/j.apergo.2003.12.003
- Sherry, J. (2001). The effects of violent video games on aggression.. *Human Communication Research*, 27(3), 409-431. doi:10.1111/j.1468-2958.2001.tb00787.x
- Sherry, J. L. (2004). Flow and Media Enjoyment. *Communication Theory*, 14(4), 328-347. doi:10.1111/j.1468-2885.2004.tb00318.x
- Sherry, J., & Lucas, K. (2006). Video game uses and gratifications as predictors of use and game preference. *Playing Video Games* Retrieved from <http://icagames.comm.msu.edu/vgu&g.pdf>
- Sherry, T. (2006). A nascent robotics culture: New complicities for companionship. *American Association for Artificial Intelligence* Retrieved from [https://www.student.cs.uwaterloo.ca/~cs492/papers/ST_Nascent Robotics Culture.pdf](https://www.student.cs.uwaterloo.ca/~cs492/papers/ST_Nascent%20Robotics%20Culture.pdf)
- Shneiderman, B. (1998). Relate-Create-Donate: a teaching/learning philosophy for the cyber-generation. *Computers & Education*. Retrieved from http://scholar.google.fr/scholar?q=Shneiderman,+1998&btnG=&hl=fr&as_sdt=0,5#9
- Skelly, T., Fries, K., Linnett, B., Nass, C., & Reeves, B. (1994). Seductive interfaces. In *Conference companion on Human factors in computing systems -*

CHI '94 (pp. 359-360). New York, New York, USA: ACM Press.
doi:10.1145/259963.260452

Spector, A., Thorgrimsen, L., & Woods, B. (2003). Efficacy of an evidence-based cognitive stimulation therapy programme for people with dementia Randomised controlled trial. *The British Journal of ...* Retrieved from <http://bjp.rcpsych.org/content/183/3/248.short>

Steinkuehler, C. (2006). Massively multiplayer online video gaming as participation in a discourse. *Mind, Culture, and Activity*. Retrieved from http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1207/s15327884mca1301_4

Suzuki, L. K., & Kato, P. M. (2003). Psychosocial Support for Patients in Pediatric Oncology: The Influences of Parents, Schools, Peers, and Technology. *Journal of Pediatric Oncology Nursing*, 20(4), 159-174. doi:10.1177/1043454203254039

Sweetser, P., & Wyeth, P. (2005). GameFlow. *Computers in Entertainment*, 3(3), 3. doi:10.1145/1077246.1077253

Tamborini, R., & Bowman, N. (2010). Defining media enjoyment as the satisfaction of intrinsic needs. *Journal of ...* Retrieved from <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1460-2466.2010.01513.x/full>

Trepte, S., & Reinecke, L. (2011). The pleasures of success: game-related efficacy experiences as a mediator between player performance and game enjoyment. *Cyberpsychology, Behavior, and ...* Retrieved from <http://online.liebertpub.com/doi/abs/10.1089/cyber.2010.0358>

Trichopoulou, A., Costacou, T., Bamia, C., & Trichopoulos, D. (2003). Adherence to a Mediterranean diet and survival in a Greek population. *The New England Journal of Medicine*, 348, 2599-2608. doi:10.1056/NEJMoa025039

Van Eck, R. (2006). Digital game-based learning: It's not just the digital natives who are restless. *EDUCAUSE Review*. Retrieved from [http://edergbl.pbworks.com/w/file/fetch/47991237/digital game based learning 2006.pdf](http://edergbl.pbworks.com/w/file/fetch/47991237/digital%20game%20based%20learning%202006.pdf)

Venkatesh, V., & Bala, H. (2008). Technology Acceptance Model 3 and a Research Agenda on Interventions. *Decision Sciences*, 39(2), 273-315. doi:10.1111/j.1540-5915.2008.00192.x

Vercruyssen, M. (1997). Movement control and speed of behavior.

Vidal, J. C., Lavieille-Letan, S., Fleury, A. O., & Rotrou, J. DE. (1998). Stimulation cognitive et psychosociale des patients déments en institution. *La Revue de Gériatrie*, 23(3), 199-206. Retrieved from <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=2209577>

Von Salisch, M., Vogelgesang, J., Kristen, A., & Oppl, C. (2011). Preference for Violent Electronic Games and Aggressive Behavior among Children: The

- Beginning of the Downward Spiral? *Media Psychology*, 14(3), 233-258.
doi:10.1080/15213269.2011.596468
- Vorderer, P., Klimmt, C., & Ritterfeld, U. (2004). Enjoyment: At the Heart of Media Entertainment. *Communication Theory*, 14(4), 388-408. doi:10.1111/j.1468-2885.2004.tb00321.x
- Vreese, L. De, Verlato, C., & Emiliani, S. (1998). Effect size of a three-month drug treatment in AD when combined with individual cognitive retraining: preliminary results of a pilot study. *Neurobiol Aging*. Retrieved from http://scholar.google.fr/scholar?lookup=0&q=Effect+size+of+a+three-month+drug+treatment+in+AD+when+combined+with+individual+cognitive+retraining:+Preliminary+results+of+a+pilot+study&hl=fr&as_sdt=0,5#2
- Walker, N., Philbin, D. A., & Fisk, A. D. (1997). Age-Related Differences in Movement Control: Adjusting Submovement Structure To Optimize Performance. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 52B(1), P40-P53. doi:10.1093/geronb/52B.1.P40
- Weber, R., Ritterfeld, U., & Kostygina, A. (2006). Aggression and violence as effects of playing violent video games. *Playing Video Games: Motives, ...*. Retrieved from [http://ocw.metu.edu.tr/pluginfile.php/2355/mod_resource/content/1/Weber_Aggression and Violance.pdf](http://ocw.metu.edu.tr/pluginfile.php/2355/mod_resource/content/1/Weber_Aggression+and+Violance.pdf)
- Webster, J., Trevino, L. K., & Ryan, L. (1993). The dimensionality and correlates of flow in human-computer interactions. *Computers in Human Behavior*, 9(4), 411-426. doi:10.1016/0747-5632(93)90032-N
- Weibel, D., Wissmath, B., Habegger, S., Steiner, Y., & Groner, R. (2008). Playing online games against computer- vs. human-controlled opponents: Effects on presence, flow, and enjoyment. *Computers in Human Behavior*, 24(5), 2274-2291. doi:10.1016/j.chb.2007.11.002
- Welsh, K. A., Butters, N., Hughes, J. P., Mohs, R. C., & Heyman, A. (1992). Detection and staging of dementia in Alzheimer's disease. Use of the neuropsychological measures developed for the Consortium to Establish a Registry for Alzheimer's Disease. *Archives of Neurology*, 49(5), 448-452.
- Wenisch, E., Cantegreil-Kallen, I., De Rotrou, J., Garrigue, P., Moulin, F., Batouche, F., ... Rigaud, A. S. (2007). Cognitive stimulation intervention for elders with mild cognitive impairment compared with normal aged subjects: preliminary results. *Aging Clinical and Experimental Research*, 19(4), 316-322. doi:10.1007/BF03324708
- Wharton, C., Rieman, J., Lewis, C., & Polson, P. (1994). The cognitive walkthrough method: a practitioner's guide, 105-140. Retrieved from <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=189200.189214>
- White, R. W. (n.d.). Motivation reconsidered: The concept of competence.

- Whitton, N. (2011). Encouraging Engagement in Game-Based Learning. *International Journal of Game-Based Learning*, 1(1), 75-84. doi:10.4018/ijgbl.2011010106
- Wiedl, K. H., Schöttke, H., & Calero Garcia, M. D. (2001). Dynamic Assessment of Cognitive Rehabilitation Potential in Schizophrenic Persons and in Elderly Persons with and Without Dementia. *European Journal of Psychological Assessment*, 17(2), 112-119.
- Wilson, B. (1997). Cognitive rehabilitation: How it is and how it might be. *Journal of the International Neuropsychological ...*. Retrieved from http://journals.cambridge.org/abstract_S1355617797004876
- Wilson, B. (2002). Towards a comprehensive model of cognitive rehabilitation. *Neuropsychological Rehabilitation*. Retrieved from <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09602010244000020>
- Wolf, M., & Perron, B. (2003). *The video game theory reader*. Retrieved from <http://books.google.fr/books?hl=fr&lr=&id=SachbAN3OAKC&oi=fnd&pg=PR7&dq=The+video+game+theory+reader&ots=ne0AqHAgUW&sig=e8Nv04mYFOrjDA3EkAt4uMiWwE0>
- Worden, A., Walker, N., Bharat, K., & Hudson, S. (1997). Making computers easier for older adults to use. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems - CHI '97* (pp. 266-271). New York, New York, USA: ACM Press. doi:10.1145/258549.258724
- Yannakakis, G., & Hallam, J. (2006). Towards capturing and enhancing entertainment in computer games. *Advances in Artificial Intelligence*. Retrieved from http://link.springer.com/chapter/10.1007/11752912_43
- Zagal, J., Chan, S., & Zhang, J. Measuring Flow Experience of Computer Game Players, *AMCIS 2010 Proceedings* (2010). Retrieved from <http://aisel.aisnet.org/amcis2010/137>
- Zanetti, O., Binetti, G., Magni, E., Rozzini, L., Bianchetti, A., & Trabucchi, M. (1997). Procedural memory stimulation in Alzheimer's disease: impact of a training programme. *Acta Neurologica Scandinavica*, 95(3), 152-157. doi:10.1111/j.1600-0404.1997.tb00087.x
- Zanetti, O., Magni, E., Binetti, G., Bianchetti, A., & et al. (1994). Is procedural memory stimulation effective in Alzheimer's disease? *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 9(12), 1006-1007.
- Zanetti, O., Zanieri, G., Giovanni, G. Di, De Vreese, L. P., Pezzini, A., Metitieri, T., & Trabucchi, M. (2001). Effectiveness of procedural memory stimulation in mild Alzheimer's disease patients: A controlled study. *Neuropsychological Rehabilitation*, 11(3-4), 263-272. doi:10.1080/09602010042000088

Zelinski, E. M., & Burnight, K. P. (1997). Sixteen-year longitudinal and time lag changes in memory and cognition in older adults. *Psychology and Aging, 12*(3), 503-513. doi:10.1037/0882-7974.12.3.503