



MÉMOIRE
PRÉSENTÉ À
L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À CHICOUTIMI
COMME EXIGENCE PARTIELLE
DE LA MAÎTRISE EN INFORMATIQUE

PAR
NICOLAS BOURGAULT
B.SC.

EFFETS D'UN CONTRÔLEUR AVEC RECONNAISSANCE DE GESTES
ÉCOLOGIQUES SUR L'IMMERSION DANS UN JEU SÉRIEUX ADAPTÉ

AOÛT 2014

RÉSUMÉ

Le vieillissement de la population va amener une augmentation du nombre de cas pour les individus atteints de la maladie d'Alzheimer. En retour, celle-ci risque de décupler les coûts financiers et humains reliés aux soins de ces personnes. Pour atténuer le problème, des habitats intelligents, utilisant l'intelligence ambiante, ont été mis au point pour permettre aux patients de la maladie d'être assistés par des agents artificiels dans leur quotidien, leur permettant de demeurer autonomes plus longtemps durant le développement de la maladie. De plus, ces habitats permettent aux intervenants du domaine de surveiller l'état de leurs résidents sans nécessiter d'être présent physiquement. Cependant, cette solution demeure dispendieuse et peu accessible.

Les jeux sérieux offrent une avenue de solutions actives intéressantes pour cette situation. En plus d'être très accessibles, plusieurs jeux sérieux ont émergé au fil des dernières années dans le domaine du traitement et de la réadaptation pour des individus âgés. Ces jeux parviennent à fortement engager leurs utilisateurs et à être bien perçus par ces derniers. De plus, plusieurs recherches tendent à démontrer les bénéfices de l'utilisation d'une console de jeu chez les personnes âgées. Un jeu sérieux développé pour les individus atteints de la maladie d'Alzheimer dans l'objectif de mettre en pratique leurs facultés cognitives représente une solution plus active et complémentaire à l'habitat intelligent. Son utilisation permettrait de ralentir le déclin des capacités cognitives causé par la maladie.

L'immersion joue un rôle clé dans un tel concept puisqu'elle participe à la création d'un bon niveau d'engagement au jeu. En effet, il est important de préserver l'intérêt du joueur dû à l'aspect répétitif d'un jeu. Plusieurs jeux sérieux possédant divers degrés d'immersion emploient des interfaces qui utilisent la reconnaissance de gestes écologiques pour aider à l'amélioration des compétences ou bien encore à la réadaptation de leurs utilisateurs. L'impact de l'utilisation de ces contrôleurs sur le niveau d'immersion et d'engagement dans un jeu demeure incertain.

Ce mémoire étudie la relation entre les interfaces tangibles employant la reconnaissance de gestes écologiques sur l'immersion, et ce, dans le contexte d'un jeu sérieux développé pour aider au maintien des fonctions cognitives chez des individus atteints de la maladie d'Alzheimer. Il propose notamment l'implémentation d'un concept de jeu dont l'interface tangible d'utilisation peut être une souris d'ordinateur ou bien une télécommande Wii employant la reconnaissance de gestes écologiques. Une expérience a été menée à l'aide du prototype afin d'établir l'indice d'immersion moyen pour chacune des méthodes d'interaction. Les résultats ont été analysés dans le but d'établir les conditions sous lesquelles l'utilisation d'une interface tangible employant la reconnaissance de gestes écologiques pourrait permettre d'augmenter le niveau d'immersion d'un jeu.

REMERCIEMENTS

Le projet de recherche présenté dans ce mémoire fait partie des activités du Laboratoire d'Intelligence Ambiante pour la Reconnaissance d'Activité (LIARA) à l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC). Je tiens à remercier tous les membres du LIARA qui m'ont soutenu durant la réalisation de ce projet.

Je souhaite tout d'abord à offrir mes remerciements les plus sincères à mon directeur de recherche, Bruno Bouchard, ainsi qu'à mon codirecteur, Bob-Antoine Jerry Ménélas, pour leurs encouragements, leur soutien ainsi que leur patience. Leurs précieux conseils ont été des éléments clés du succès de ce projet.

J'aimerais également remercier Kevin Bouchard, Jérémy Lapalu ainsi que Simon Varvaressos pour ces discussions productives (et parfois moins) m'ayant aidé à progresser dans mes recherches. Merci aussi à ma conjointe, Myriam Périord-Bisson, de m'avoir épaulé moralement tout au long de cette longue aventure.

Finalement, j'aimerais faire part de ma reconnaissance envers mes parents, Jean Bourgault et France Perron. Vous m'avez toujours encouragé à donner le meilleur de moi-même et à aller plus loin dans des études. C'est grâce à votre soutien que j'ai pu me rendre aussi loin dans mes études au fil des années. Merci encore.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ	i
REMERCIEMENTS.....	ii
TABLE DES MATIÈRES	iii
LISTE DES TABLEAUX	vi
LISTE DES FIGURES	vii
LISTE DES ALGORITHMES	ix
CHAPITRE 1 INTRODUCTION.....	1
1.1 CONTEXTE DE LA RECHERCHE.....	1
1.2 CONTRIBUTION DU MÉMOIRE	4
1.3 MÉTHODOLOGIE DE LA RECHERCHE.....	6
1.4 ORGANISATION DU MÉMOIRE	7
CHAPITRE 2 JEUX SÉRIEUX	10
2.1 INTRODUCTION.....	10
2.2 JEUX SÉRIEUX DANS LE DOMAINE MÉDICAL.....	12
2.2.1 APPRENTISSAGE DES INTERVENANTS.....	12
2.2.2 RÉADAPTATION MOTRICE	17
2.2.3 TROUBLES COGNITIFS.....	24
2.3 IMMERSION	30
2.3.1 RECONNAISSANCE DE GESTES IMMERSIFS.....	32
2.4 CONCLUSION.....	37
CHAPITRE 3 JEU SÉRIEUX ADAPTÉ.....	39
3.1 LIGNES DIRECTRICES DU CONCEPT	39
3.1.1 DÉFIS ADAPTÉS	39
3.1.1.1 CAPACITÉ COGNITIVE.....	40
3.1.1.2 NOMBRE D'ÉTAPES	40
3.1.1.3 FLOW	40
3.1.2 INTERFACE ET MÉCANISMES D'INTERACTION	41
3.1.2.1 INTERACTION ÉCOLOGIQUE	41
3.1.2.2 INTERFACE LÉGÈRE.....	42
3.1.2.3 ASPECT MULTIMODAL.....	42
3.1.3 COMPOSANTES VISUELLES ET AUDITIVES.....	43
3.1.3.1 SCÈNE SIMPLE	43

3.1.3.2	COULEUR ET TEXTURE	43
3.1.3.3	LUMINOSITÉ	44
3.1.3.4	CONTRASTE	44
3.1.3.5	RÉTROACTION.....	44
3.1.4	INTELLIGENCE ARTIFICIELLE	45
3.1.4.1	RECONNAISSANCE D'ACTIVITÉ	45
3.1.4.2	AJUSTEMENT DE DIFFICULTÉ DYNAMIQUE.....	46
3.1.5	POSITIONNEMENT AU SUJET DES LIGNES DIRECTRICES	46
3.2	DÉVELOPPEMENT DE JEU BASÉ SUR LES CONTRAINTES RETENUES	48
3.2.1	DÉFI.....	48
3.2.2	JEU PROPOSÉ.....	49
3.2.3	JEU UTILISÉ	52
3.2.4	RÉTROACTIONS.....	53
3.2.4.1	CURSEUR	53
3.2.4.2	ANIMATION D'ACTIVATION	54
3.2.4.3	RAPPROCHEMENT DES OBJETS MANIPULÉS.....	54
3.2.4.4	ZOOM SUR LES ZONES D'INTERACTION.....	55
3.2.4.5	TEXTE DE SUPPORT	56
3.2.4.6	ÉTATS DES MODÈLES	59
3.2.4.7	EFFETS SONORES.....	60
3.2.5	RECONNAISSANCE DE GESTES	60
3.2.5.1	WIIGEE	62
3.2.5.2	PROBLÈMES RENCONTRÉS	62
3.2.5.3	GLOVEPIE	64
3.2.5.4	IMPLÉMENTATION DES GESTES	67
3.2.6	SCHÉMA DE CONTRÔLE	73
3.3	CONCLUSION	74
CHAPITRE 4 EXPÉRIENCE ET RÉSULTATS		76
4.1	INTRODUCTION.....	76
4.2	PARTICIPANTS.....	76
4.3	EXPÉRIENCE	80
4.3.1	MATÉRIEL.....	80
4.3.2	SYSTÈME DE RÉCOLTE AUTOMATIQUE DE DONNÉES.....	82
4.3.3	PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL	83
4.4	RÉSULTATS	85

4.4.1	DONNÉES RECUEILLIES	86
4.4.1.1	DIFFICULTÉ DES CONTRÔLES	86
4.4.1.2	INDICES D'IMMERSION	87
4.4.1.3	PRÉCISION DES GESTES	88
4.4.1.4	DONNÉES TEMPORELLES	90
4.4.1.5	NOTES DE L'ÉVALUATEUR	91
4.4.2	ANALYSE	93
4.4.2.1	IMMERSION ET NIVEAU DE CONTACT AVEC LES JEUX VIDÉO	96
4.4.2.2	IMMERSION ET NIVEAU D'EXPÉRIENCE AVEC LA WII DE NINTENDO	97
4.4.2.3	IMMERSION ET IDENTITÉ DE GENRE	99
4.5	CONCLUSION	100
CHAPITRE 5 CONCLUSION GÉNÉRALE		102
5.1	OBJECTIFS RÉALISÉS	103
5.2	TRAVAUX FUTURS ET LIMITATION	105
5.3	BILAN PERSONNEL DU TRAVAIL DE RECHERCHE.....	106
BIBLIOGRAPHIE.....		108
ANNEXE 1 FEUILLE D'INFORMATION DU PARTICIPANT		112
ANNEXE 2 QUESTIONNAIRE POUR JEU SÉRIEUX AVEC SOURIS		113
ANNEXE 3 QUESTIONNAIRE POUR JEU SÉRIEUX AVEC TÉLÉCOMMANDE WII		116

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 : JEUX POUR L'EXERCICE / LA RÉADAPTATION DES MEMBRES INFÉRIEURS [17]	22
TABLEAU 2 : JEUX POUR L'EXERCICE / LA RÉADAPTATION DES MEMBRES SUPÉRIEURS [17]	23
TABLEAU 3 : INTERACTIONS SELON L'OBJET SÉLECTIONNE	50
TABLEAU 4 : CRITÈRE D'ACHÈVEMENT DES ÉTAPES DU JEU	50
TABLEAU 5 : MESSAGES AFFICHÉS DANS LA BOÎTE DE TEXTE.....	58
TABLEAU 6 : LISTE DES SONS PRÉSENTS DANS LE JEU	60
TABLEAU 7 : IDENTIFIANTS ENVOYÉS PAR WIIMOTION.....	72
TABLEAU 8 : SCHÉMAS DE CONTRÔLE	74
TABLEAU 9 : NIVEAU DE PRÉCISION DU SYSTÈME POUR RECONNAÎTRE LES GESTES ÉCOLOGIQUES EFFECTUÉS PAR LES PARTICIPANTS	90
TABLEAU 10 : ÉCARTS MOYENS ENTRE LES RÉSULTATS DES QUESTIONNAIRES PORTANT SUR LES ASPECTS DE LA PRÉSENCE ENTRE LES DEUX VERSIONS DU PROTOTYPE.....	95

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 : ENVIRONNEMENT DU JEU « <i>EMERGENZA</i> » DE BARTOLI ET AL. [4].....	13
FIGURE 2 : SCHÉMA D'INTERACTION DU NIVEAU PROTOTYPE (PARTIE 1) [4]	14
FIGURE 3 : SCHÉMA D'INTERACTION DU NIVEAU PROTOTYPE (PARTIE 2) [4]	14
FIGURE 4 : INTERFACE DU JEU « <i>RABBIT CHASE</i> » [12].....	18
FIGURE 5 : INTERFACE DU JEU « <i>BUBBLE TROUBLE</i> » [12].....	18
FIGURE 6 : INTERFACE DU JEU « <i>ARROW ATTACK</i> » [12].....	19
FIGURE 7 : INSTALLATION DU PROTOTYPE DE PASTOR ET AL. (A) ET INTERFACE UTILISATEUR DU JEU (B) [35]	20
FIGURE 8 : SCHÉMA DES PROTOTYPES @HOME ET @LAB [31]	25
FIGURE 9 : INTERFACE DE JEU REPRÉSENTANT UN TEST NAT [22]	26
FIGURE 10 : SCHÉMA DU SYSTÈME DE JEU D'IMBEAULT ET AL. [22].....	27
FIGURE 11 : SCHÉMA DU SYSTÈME DE JEU DE BLUNSDEN ET AL. [6]	29
FIGURE 12 : SÉQUENCE DES ACTIONS DU NIVEAU DE JEU	51
FIGURE 13 : SCÈNE PRINCIPALE DU JEU.....	52
FIGURE 14 : CURSEUR NEUTRE (GAUCHE), EN MAIN OUVERTE (MILIEU) ET FERMÉE (DROITE)	53
FIGURE 15 : ACTIVATION DE LA BOUILLOIRE	54
FIGURE 16 : OBJET AVANT (GAUCHE) ET APRÈS (DROITE) ÊTRE PRIS	55
FIGURE 17 : ZOOM SUR L'ACTION DE PRENDRE DU SUCRE AVEC LA CUILLÈRE.....	56
FIGURE 18 : MESSAGE CONTEXTUEL LORSQU'UN JOUEUR PREND LA CUILLÈRE	57
FIGURE 19 : ÉTATS DE LA CUILLÈRE.....	59
FIGURE 20 : ÉTATS DE LA TASSE.....	59
FIGURE 21 : MATÉRIEL UTILISÉ : ANTENNE BLUETOOTH BTD-300 DE KINIVO, TÉLÉCOMMANDE WII AVEC EXTENSION WII MOTION PLUS ET « SENSOR BAR » USB GÉNÉRIQUE	61
FIGURE 22 : INTERFACE DE WIIMOTION	68
FIGURE 23 : COMPOSANTES DU SYSTÈME DE JEU AVEC RECONNAISSANCE DE GESTE.....	69
FIGURE 24 : GESTE DE « RÉCUPÉRER AVEC UNE CUILLÈRE »	70
FIGURE 25 : GESTE DE « DÉVERSER LE CONTENU D'UNE CUILLÈRE »	71
FIGURE 26 : GESTE DE « VERSER ».....	71
FIGURE 27 : RÉPARTITION DES PARTICIPANTS PAR ÉTAT DE GENRE.....	77
FIGURE 28 : RÉPARTITION DES PARTICIPANTS PAR GROUPE D'ÂGE	78
FIGURE 29 : PROPORTION D'ÉTUDIANTS AYANT PARTICIPÉ A L'EXPÉRIENCE.....	78

FIGURE 30 : NIVEAU DE CONTACT DES PARTICIPANTS AVEC LES JEUX VIDÉO	79
FIGURE 31 : NIVEAU D'EXPÉRIENCE DES PARTICIPANTS PAIRS AVEC LA WII DE NINTENDO	80
FIGURE 32 : REPRÉSENTATION DU MONTAGE ET D'UN PARTICIPANT UTILISANT UNE TÉLÉCOMMANDE WII POUR LA RECONNAISSANCE DE GESTES ÉCOLOGIQUES.....	82
FIGURE 33 : RÉPARTITION DE LA PERCEPTION DU NIVEAU DE DIFFICULTÉ D'UTILISATION ET DE MÉMORISATION DU FONCTIONNEMENT DES INTERFACES TANGIBLES DU JEU SELON LES PARTICIPANTS.....	87
FIGURE 34 : INDICE D'IMMERSION DES PARTICIPANTS SELON LA MÉTHODE D'INTERACTION UTILISÉE	88
FIGURE 35 : DURÉE MOYENNE DES TESTS DES 20 PARTICIPANTS AYANT JOUÉ AU JEU AVEC LA SOURIS RELATIVEMENT AUX 20 AYANT UTILISÉ LA TÉLÉCOMMANDE WII	91
FIGURE 36 : INDICE D'IMMERSION MOYEN SELON LA MÉTHODE D'INTERACTION UTILISÉE LORS DES TESTS	93
FIGURE 37 : INDICE D'IMMERSION MOYEN SELON LE NIVEAU DE CONTACT AVEC LES JEUX VIDÉO ET L'INTERFACE TANGIBLE UTILISÉE. LES DIFFÉRENTS NIVEAUX DE CONTACTS VARIANT DE 1 (CONTACT NUL) À 5 (CONTACT TRÈS FRÉQUENT).....	96
FIGURE 38 : INDICE D'IMMERSION MOYEN CHEZ LES PARTICIPANTS AYANT UTILISÉ LA TÉLÉCOMMANDE WII EN FONCTION DE LEUR NIVEAU D'EXPÉRIENCE AVEC LA WII DE NINTENDO	98
FIGURE 39 : INDICE D'IMMERSION MOYEN EN FONCTION DE L'IDENTITÉ DE GENRE ET DE LA MÉTHODE D'INTERACTION UTILISÉE.....	99

LISTE DES ALGORITHMES

ALGORITHME 1 : POSITION DU CURSEUR À L'ÉCRAN AVEC UNE TÉLÉCOMMANDE WII 65

CHAPITRE 1

INTRODUCTION

1.1 CONTEXTE DE LA RECHERCHE

Le vieillissement de la population est un phénomène en constante évolution qui risque de s'aggraver au cours des prochaines années ; cela s'explique par divers facteurs, dont un taux de fertilité bas et le déclin de l'âge comme cause de mortalité. Il est prévu que la proportion du nombre de personnes âgées double entre 2009 et 2050 [49], ce qui implique une augmentation du nombre de cas pour les maladies affectant les personnes âgées principalement la maladie d'Alzheimer. Le nombre d'individus qui en sont atteints quadruplera d'ici 2050 [11]. Cette croissance alourdira le fardeau financier associé au traitement de la maladie qui avoisinait les 142 milliards en 2005 [32]. De plus, les conséquences ne se limitent pas qu'aux coûts financiers. Elles s'étendent également aux coûts humains. Chaque année, des millions d'individus, surtout des membres de la famille proche, doivent s'occuper des patients affectés par la maladie sans pour autant toucher une quelconque rémunération en retour. Avec le vieillissement de la population, le nombre de ces intervenants diminuera alors qu'au contraire plus de cas d'Alzheimer seront recensés. Toutefois, il existe des solutions qui peuvent retarder l'apparition de la maladie ou bien la dégénération des capacités cognitives occasionnée par celle-ci. Plusieurs études semblent

indiquer que de telles solutions réduiraient les fardeaux économiques de façon significative [11].

L'usage des technologies informatiques apporte une solution à ce phénomène. En effet, utiliser l'intelligence ambiante est une façon de venir en aide aux personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer. L'appellation « *Intelligence Ambiante* » désigne un environnement physique qui, pourvu de capteurs d'effecteurs et guidé par l'appui d'une intelligence artificielle, s'adapte et réagit aux besoins des gens en leur apportant un support proactif dans leur quotidien [37]. Une des applications de ce concept est l'habitat intelligent, soit un lieu de résidence dans lequel ont été intégrés de façon transparente des effecteurs (écrans, haut-parleurs, etc.) et des capteurs (tapis tactiles, détecteurs de mouvements, contacts électromagnétiques, puces de localisation, etc.) aux objets du quotidien et à l'entourage du résident (réfrigérateur, système de chauffage, porte, assiettes) de façon à interagir avec celui-ci [7]. Ces dispositifs sont tous reliés à un ensemble d'agents artificiels intelligents qui analysent les données obtenues et déterminent si le résident éprouve de la difficulté à accomplir une tâche afin de lui venir en aide, le cas échéant, à l'aide des effecteurs et sous la forme la mieux adaptée aux circonstances (messages vocaux, signaux lumineux, vidéo, vibration, etc.). L'utilisation d'un tel habitat répond aux besoins des personnes souffrant de la maladie d'Alzheimer de deux façons [36]. D'une part, elle permet de leur venir en aide pour accomplir leurs tâches et, d'autre part, elle permet aux proches des patients ainsi qu'au service de santé d'être maintenu informé de l'état du résident, ce qui peut donner un répit aux intervenants responsables. Dans les deux cas, elle préserve l'autonomie des patients pour une plus longue durée. Malgré ces avantages,

l'habitat intelligent demeure cependant une solution demandant l'accès à une infrastructure coûteuse et ne bénéficie donc pas d'une accessibilité facile pour les patients atteints de la maladie d'Alzheimer. Une solution complémentaire a donc été recherchée dans le domaine des jeux sérieux afin d'établir une forme d'exercice qu'ils pourraient mettre en pratique quotidiennement et à un moindre coût. Un tel jeu sérieux permettrait d'entraîner les fonctions cognitives des patients atteints d'Alzheimer afin de ralentir la progression de la maladie.

L'accessibilité du jeu vidéo en tant que média, ses faibles coûts ainsi que sa popularité [51] ont mené plusieurs chercheurs à lui trouver des usages possibles sans que ce soit nécessairement pour atteindre un objectif ludique, mais bien pour aider au développement et à l'entraînement de compétences [46].

Ces jeux sérieux présentent plusieurs avantages. Ils peuvent, par exemple, reproduire des situations virtuelles qui seraient autrement impossibles ou très coûteuses à simuler dans la réalité [47], améliorer les programmes de réadaptation médicale [17] ou, dans un cas plus proche de la problématique présentée auparavant, venir en aide aux personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer [22] en simulant des situations mettant à l'épreuve leurs facultés cognitives. Une telle solution est avantageuse dans le contexte où l'obtention d'un système pour jouer aux jeux sérieux demeure largement moins coûteuse que d'autres solutions alternatives comme l'habitat intelligent, tout en y étant complémentaire.

Un aspect important pour ces jeux est l'utilisation d'une interface tangible pour reconnaître des gestes écologiques [8]. Cette méthode d'interaction, utilisée dans plusieurs autres exemples du domaine médical [4] [12] [35], encourage l'activité physique de l'utilisateur, ce qui mène à des bénéfices cognitifs [28]. L'immersion, que l'on peut définir comme le niveau de richesse de l'information sensorielle que procure un jeu [9], est une autre composante importante à l'intérieur des jeux sérieux afin de maintenir l'illusion créée par leur univers virtuel et donc l'intérêt des joueurs.

Il existe plusieurs jeux implémentant des interfaces tangibles utilisant la reconnaissance de gestes écologiques, qu'il s'agisse de jeu vidéo tel que « *Wii Sport Resort Bowling* » [34] ou encore de jeux sérieux comme « *EMERGENZA* » [4] ou « *Arrow Attack* » [12]. Cependant, ces exemples ne nous permettent pas d'établir l'impact de l'utilisation d'une telle interface sur le niveau d'immersion d'un jeu dans le contexte d'un jeu sérieux adapté aux besoins cognitifs d'individus atteints de la maladie d'Alzheimer.

1.2 CONTRIBUTION DU MÉMOIRE

L'objectif de cette recherche est d'étudier l'impact que peut avoir l'utilisation d'une interface tangible utilisant la reconnaissance de gestes écologiques sur le niveau d'immersion à l'intérieur d'un jeu sérieux pour aider au maintien des capacités cognitives des individus atteints de la maladie d'Alzheimer. L'hypothèse de notre recherche est que l'utilisation d'une telle interface pourrait améliorer l'immersion du jeu sérieux adapté, ce qui aurait pour conséquence de réduire le risque de perte d'intérêt lors de l'utilisation de ce dernier. De plus, un jeu plus immersif favorise davantage l'apprentissage.

Afin de remplir cet objectif, nous proposons un concept de jeu sérieux pour aider au maintien des facultés cognitives chez ces individus. Ce concept est basé sur des lignes directrices établies précédemment sur le sujet par Bouchard et al. [8]. Nous indiquons également des changements apportés afin de mieux isoler les effets de l'interface utilisée sur l'immersion et y ajoutons une télécommande Wii pouvant reconnaître des gestes écologiques prédéterminés. Ce concept réunit les conditions nécessaires à l'étude de l'influence du contrôleur sur l'immersion.

Ensuite, nous avons développé un prototype du concept de jeu discuté précédemment en y ajoutant deux modes de jeux. Le premier utilise la télécommande Wii en guise de contrôleur alors que le second emploie plutôt une souris d'ordinateur générique. Ceux-ci ont été mis au point afin de pouvoir comparer l'indice d'immersion obtenu selon l'interface tangible utilisée. Pour obtenir cette information, plusieurs participants ont été invités à venir essayer un ou l'autre des modes de jeu du prototype avant de remplir un questionnaire permettant d'établir leur indice d'immersion respectif.

Finalement, nous avons effectué une analyse des données récoltées à la suite de notre expérience afin de pouvoir établir plus clairement le lien entre les interfaces tangibles utilisant la reconnaissance de gestes écologiques, l'immersion et d'autres facteurs concernant les utilisateurs d'un tel jeu.

1.3 MÉTHODOLOGIE DE LA RECHERCHE

Le projet de recherche présenté dans ce mémoire a été réalisé en suivant une méthodologie de recherche constituée de quatre étapes distinctes.

La première étape consistait à effectuer une revue de la littérature portant sur les jeux sérieux adaptés dans le domaine médical ainsi que sur les jeux immersifs utilisant des interfaces tangibles pour reconnaître des gestes écologiques. Cette revue a permis de constater l'intérêt de l'immersion dans le domaine des jeux sérieux. Par ailleurs, elle semble indiquer que l'utilisation d'une interface tangible permettant la reconnaissance de gestes écologiques est adaptée pour des utilisateurs âgés. Néanmoins, l'état de l'art ne nous permet pas d'établir un lien clair entre l'immersion et de telles interfaces.

La seconde étape de cette recherche consistait à mettre au point un concept de jeux sérieux adaptés pour l'entraînement cognitif de personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer. Un concept a été développé suivant les lignes directrices précédemment établies par Bouchard et al. [8] sur le sujet. En plus, une interface tangible permettant d'interagir à l'aide de la reconnaissance de gestes écologiques a été ajoutée afin d'étudier son impact sur l'immersion. Un second mode de jeu utilisant une souris d'ordinateur a également été conçu lors de cette étape pour pouvoir recueillir des données de comparaison.

La troisième étape de ce projet fut de développer un prototype fonctionnel du jeu précédemment conçu, incluant ses deux modes de jeu, afin de permettre leur utilisation pour obtenir des données sur leur niveau d'immersion.

La quatrième et dernière étape fut d'effectuer une série de tests du prototype avec l'aide de 40 participants et de leur faire remplir un questionnaire portant sur leur expérience. Cette étape a permis de récupérer des informations sur le niveau d'immersion des deux modes de jeu et d'étudier l'impact de l'interface tangible sur ce dernier en fonction des caractéristiques individuelles des participants.

Ce projet a également été le sujet d'un article scientifique de quinze pages qui a été soumis à la « *The Fifth International Conference on Serious Games Development & Applications (SGDA 2014)* ».

1.4 ORGANISATION DU MÉMOIRE

Ce mémoire est divisé en cinq chapitres présentés ci-dessous.

Le premier chapitre qui s'achève est l'introduction au projet de recherche. Il avait pour but d'introduire le contexte de la recherche, d'expliquer la problématique du vieillissement de la population et les défis technologiques qui en résultent, de présenter les jeux sérieux comme solution complémentaire pour ensuite bien positionner la contribution de ce mémoire et finalement d'expliquer la méthodologie de recherche utilisée lors de la réalisation du projet.

Le second chapitre est une revue de la littérature portant sur les jeux sérieux du domaine médical et l'utilisation d'interfaces tangibles employant la reconnaissance de gestes dans des jeux sérieux immersifs d'autres domaines. Il démontre l'intérêt pour la reconnaissance de gestes dans des jeux sérieux pour entraîner des intervenants médicaux,

aider à la réadaptation motrice et venir en aide aux individus souffrant de faiblesses cognitives. Ensuite, il explique l'immersion comme Bowman et McMahan [9] la définissent en se basant sur les propos de Slater [44]. Alors, des exemples de jeux immersifs sont survolés afin de vérifier si l'ajout d'une interface tangible permettant la reconnaissance de gestes peut avoir un impact sur leur niveau d'immersion. À la fin du chapitre, nous concluons que l'ajout d'une telle interface à un jeu adapté pour des individus souffrant de faiblesses cognitives est adéquat, mais que son effet sur le niveau d'immersion demeure incertain, justifiant notre étude.

Le troisième chapitre est composé de la contribution théorique et pratique de ce mémoire. À cet effet, dans un premier temps, il présente des notions théoriques derrière notre conception d'un jeu sérieux adapté au maintien des facultés cognitives chez des individus atteints de la maladie d'Alzheimer. Ensuite, il décrit l'ensemble de notre implémentation d'un prototype suivant ce concept et ayant deux modes de jeux. Ces derniers utilisent respectivement comme interface tangible une télécommande Wii permettant la reconnaissance de gestes écologiques et une souris d'ordinateur.

Le quatrième chapitre couvre l'expérience menée dans le cadre de ce mémoire ainsi que l'analyse des résultats obtenus. D'abord, il décrit les facteurs entourant les tests effectués ainsi que le protocole expérimental utilisé. Ensuite, il présente l'ensemble des données obtenues avant de proposer une analyse étudiant la corrélation entre l'utilisation d'une interface tangible utilisant la reconnaissance de gestes écologiques, l'indice d'immersion d'un jeu et certaines caractéristiques des joueurs.

Finalement, le cinquième et dernier chapitre présente un retour sur les objectifs ciblés en réponse aux résultats obtenus, les limitations de l'expérience et les possibilités futures avant de faire le bilan sur la réalisation de ce mémoire.

CHAPITRE 2

JEUX SÉRIEUX

2.1 INTRODUCTION

Tel que vu dans le chapitre précédent, un intérêt grandissant pour répondre aux besoins des utilisateurs âgés augmente l'intérêt pour le développement de jeux sérieux adaptés.

Il est d'ailleurs important de bien saisir ce qu'est un jeu sérieux en comparaison à un jeu vidéo. Il existe plusieurs définitions des deux termes qui ont été mises au point au fil des dernières années dans la littérature [47]. Dans la plupart des cas, le jeu vidéo est défini comme une activité ludique qui est jouée grâce à un ordinateur sous une forme ou une autre et suivant un ensemble de règles établies. Les jeux sérieux, quant à eux, sont plutôt perçus comme une forme de jeu vidéo comportant une composante pédagogique et dont l'objectif n'est pas prioritairement ludique. Pour clarifier leur utilisation au coeur de notre recherche, nous utiliserons les définitions proposées par Zyda [53]. Ce dernier définit un jeu vidéo comme suit :

Jeu vidéo : un concours mental, joué à l'aide d'un ordinateur selon certaines règles pour l'amusement, le loisir ou le plaisir de gagner un jeu (Zyda, 2005, p.25, traduction libre).

Zyda [53] propose également la description suivante pour un jeu sérieux :

Jeu sérieux : un concours mental, joué à l'aide d'un ordinateur selon certaines règles, qui utilise le divertissement afin de favoriser un entraînement gouvernemental ou corporatif, l'éducation, la santé, la politique et des objectifs de communication stratégique (Zyda, 2005, p.26, traduction libre).

Il est important de noter que suivant ces définitions, un jeu vidéo utilisé à des fins pédagogiques tel que «*Wii Sport Resort Bowling*» [34] peut être considéré comme un jeu sérieux. Autrement, des jeux développés exclusivement à des fins pédagogiques comme «*Rabbit Chase*» [12] sont considérés exclusivement comme étant des jeux sérieux puisqu'ils possèdent déjà des caractéristiques ludiques empruntées au domaine du jeu vidéo.

En parallèle à la croissance de l'intérêt pour les jeux sérieux, l'évolution technologique des dernières années nous donne désormais accès à une multitude de contrôleurs permettant entre autres la reconnaissance des mouvements de l'utilisateur comme interface pour interagir avec un jeu.

Nous souhaitons vérifier si l'utilisation d'une telle interface dans un jeu sérieux adapté pour des personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer peut être bénéfique en améliorant l'immersion du jeu. À cette fin, nous allons voir des exemples de jeux sérieux utilisant des interfaces adaptées au domaine médical entourant la formation des intervenants, la réadaptation motrice et les troubles cognitifs. Enfin, nous verrons comment

l'immersion semble bénéficier à certains jeux sérieux utilisant la reconnaissance de mouvements en survolant plusieurs exemples.

2.2 JEUX SÉRIEUX DANS LE DOMAINE MÉDICAL

Il existe différents secteurs d'application des jeux sérieux. Alvarez et Michaud [2] en dénombrent sept, dont le domaine médical. Au cours des dernières années, plusieurs jeux sérieux ont été développés dans ce domaine. Leurs buts étant assez variés, à cet effet, ils peuvent servir à l'entraînement des intervenants [4], améliorer les aptitudes de ces derniers [10], répondre à un handicap [39], venir supporter des programmes de réadaptation [12, 17, 35] ou encore aider au bien-être des patients [27] [25]. Nous passerons en revue ces jeux selon leur utilisation pour l'apprentissage des intervenants, leur application pour répondre aux déficiences motrices ainsi que leurs effets chez les personnes souffrant de troubles cognitifs.

2.2.1 APPRENTISSAGE DES INTERVENANTS

Bartoli et al. [4] ont développé un prototype de jeu sérieux de simulation appelé « *EMERGENZA* » afin d'entraîner différents intervenants en médecine d'urgence. « *EMERGENZA* » propose au joueur d'intervenir dans une situation d'urgence simulée dans un environnement 3D comme montré à la figure 1. Leur prototype comprend un scénario impliquant les soins de base et la défibrillation (SBD) dans une maison avec une fuite de gaz.

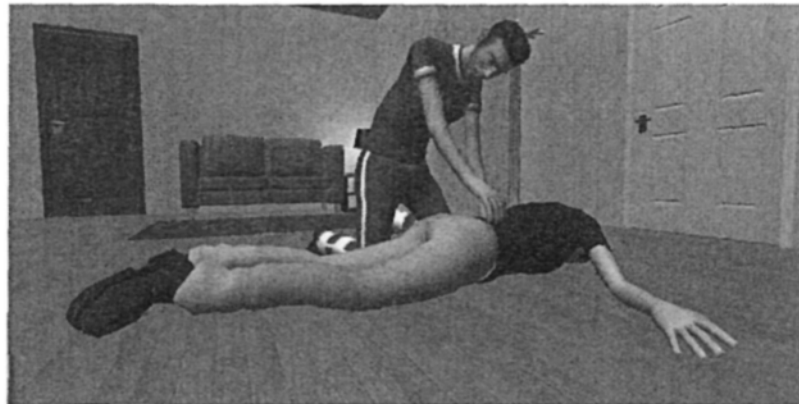


Figure 1 : Environnement du jeu « *EMERGENZA* » de Bartoli et al. [4]

Pour naviguer et interagir dans le scénario, les joueurs peuvent utiliser un clavier et une souris ou bien un système de reconnaissance de gestes avec une Kinect de Microsoft. Bartoli et al. [4] ont d'ailleurs utilisé un classeur de forme des mains permettant entre autres de reconnaître si celles du joueur sont ouvertes ou fermées avec un taux de succès de 98.95%. L'ajout de ce classeur au système de jeu permet au joueur d'interagir plus rapidement et de façon plus écologique avec les objets de la scène. Par exemple, un joueur peut placer sa main sur l'électrode du défibrillateur et fermer son poing pour le prendre à l'intérieur du jeu. Cette méthode d'interaction est plus directe que la méthode habituellement utilisée qui privilégie la persistance, c'est-à-dire de laisser la main durant une durée déterminée au-dessus d'un objet pour interagir avec un jeu vidéo. D'autre part, pour accentuer l'effet de simulation, le jeu est en navigation libre. Cela permet au joueur d'interagir comme il le souhaite en tout temps. Cependant, il doit tout de même répondre au scénario prévu suivant un ordre d'action établi. Les schémas présentés aux figures 2 et 3 ci-dessous en montre les deux premières étapes:

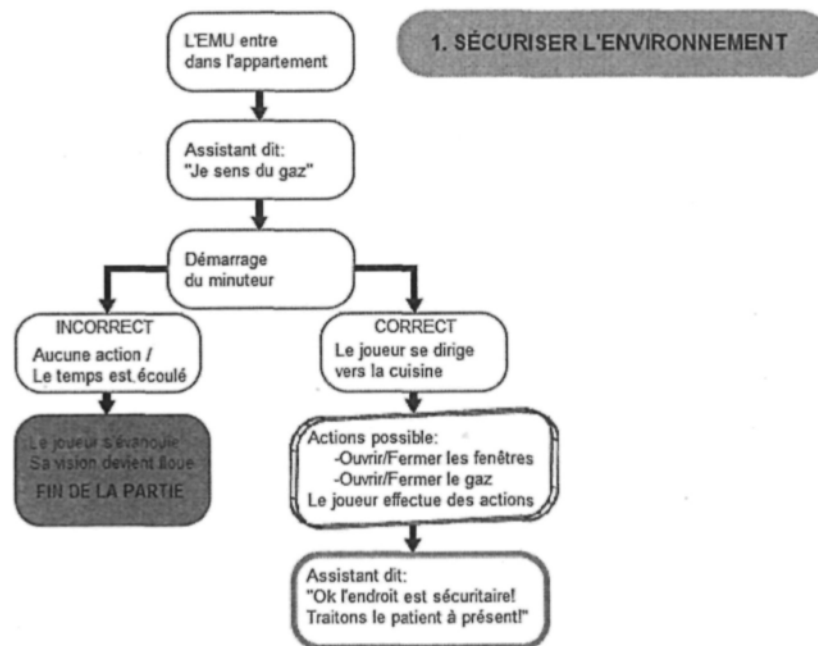


Figure 2 : Schéma d'interaction du niveau prototype (partie 1) [4]

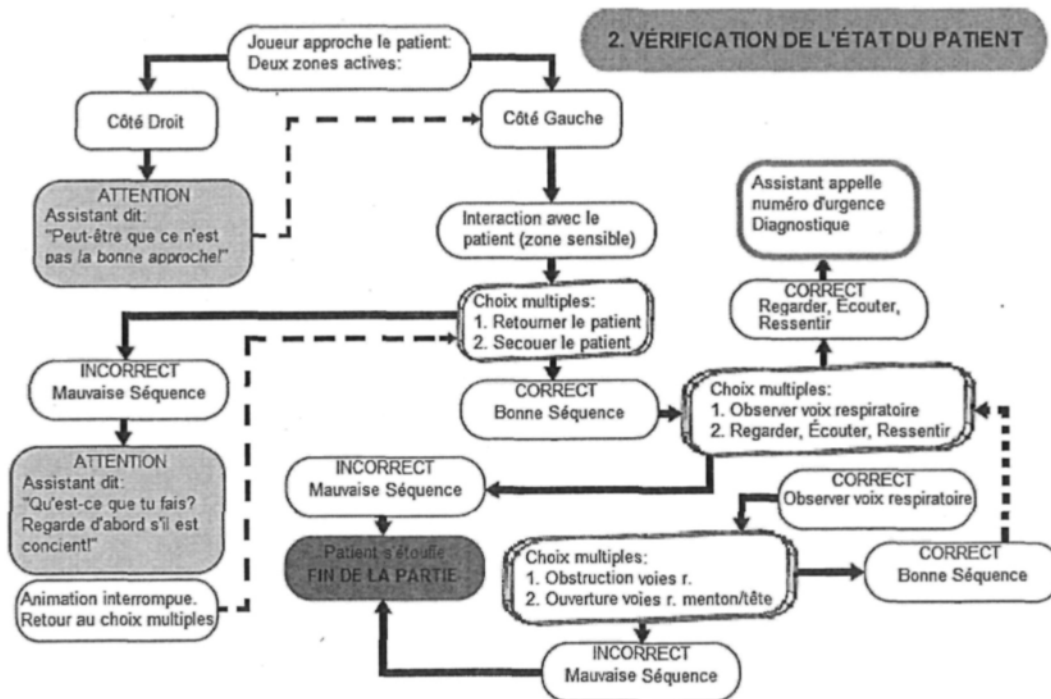


Figure 3 : Schéma d'interaction du niveau prototype (partie 2) [4]

À la fin de la séance de jeu, le joueur est évalué selon l'état de santé du client après son intervention. Durant la partie, le programme répertorie chaque action du joueur dans un registre. Ce dernier permet ensuite de faire rejouer la simulation et d'observer plus précisément les comportements du joueur pour évaluer sa performance. Grâce à la Kinect, il est également possible d'évaluer les postures de l'intervenant. Bartoli et al. [4] ont indiqué qu'une telle simulation permet de reproduire des scénarios dangereux à de très faibles coûts en plus d'améliorer l'entraînement des utilisateurs dans le domaine de la médecine d'urgence. Cette recherche montre également un intérêt pour l'utilisation de gestes plus écologiques pour l'interaction, tel que démontré par l'utilisation d'un classeur pour reconnaître des mouvements de main précis à l'intérieur du prototype développé.

Les recherches de Boyle et al. [10] tendent à démontrer que l'utilisation d'un jeu utilisant la reconnaissance de gestes peut améliorer les capacités d'un individu à effectuer des gestes spécialisés. Boyle et al. [10] ont tenté de confirmer si le fait d'effectuer certaines tâches non médicales pouvait mener à l'amélioration des capacités d'un individu à effectuer des tâches chirurgicales. Pour ce faire, ils ont formé deux groupes d'étudiants en sciences médicales n'ayant aucune expérience en laparoscopie et n'ayant presque jamais utilisé une console de jeu vidéo Wii de Nintendo auparavant. Chaque groupe devait être présent à deux séances durant lesquelles chaque participant devait compléter trois exercices liés à la laparoscopie sur un simulateur chirurgical PROMIS. Les résultats des participants ont été pris en note durant ces séances afin d'observer leur progression. Afin de mettre à l'épreuve leur hypothèse, les membres d'un des deux groupes ont joué à un jeu vidéo de Wii de façon structurée durant 3 heures entre les deux séances d'exercices. La console Wii a été

sélectionnée pour cette expérience puisque ses contrôleurs exigent du joueur qu'il fasse des gestes réalistes, écologiques, au lieu de simplement appuyer sur des boutons. En comparant l'amélioration des performances des deux groupes, Boyle et al. [10] ont remarqué que la différence entre ces derniers n'était significative que pour une seule des métriques d'évaluation d'un des exercices évalués. Cependant, ils ont noté une tendance générale à une amélioration plus prononcée des performances chez les participants ayant utilisé la console Wii. Ces observations les laissent croire qu'un usage plus fréquent aurait pu donner de meilleurs résultats. Selon eux, ces résultats suggèrent que l'usage de jeux vidéo pourrait avoir un impact positif sur les aptitudes chirurgicales d'un individu en pratiquant sa coordination motrice. Il faut toutefois noter que dans cette recherche, contrairement à [4], les participants n'utilisaient pas une simulation des mouvements écologiques à maîtriser avant d'effectuer les simulations chirurgicales, ce qui pourrait expliquer la faible quantité de résultats significatifs que Boyle et al. [10] ont obtenu.

Dans cette section, nous avons pu observer comment la reconnaissance de gestes dans un jeu sérieux de simulation clinique ou bien dans un jeu vidéo commercial peut venir en aide aux intervenants du domaine médical en permettant l'amélioration de leurs compétences. Cependant, nous ne pouvons affirmer avec certitude qu'il existe un lien entre l'immersion créée par cette méthode d'interaction et ces résultats. Dans la section suivante, nous verrons comment la reconnaissance de gestes écologiques est utilisée pour aider à la réadaptation motrice.

2.2.2 RÉADAPTATION MOTRICE

Burke et al. [12] ont étudié les principes de conception d'un jeu sérieux pour la réadaptation des patients ayant subi un accident vasculaire cérébral (AVC). Leur objectif était d'identifier des composantes conceptuelles importantes d'un tel jeu sérieux, et d'en créer des exemples qui puissent rendre les exercices physiques de réadaptation moins ennuyants pour les utilisateurs. En étudiant des principes de conception de jeux vidéo avancés par Salen et Zimmerman [40], Burke et al. [12] ont suggéré des lignes directrices de conception pour leurs jeux. Entre autres, ils suggèrent que l'« échec » soit géré avec soin afin d'encourager le joueur à poursuivre sa partie. De même, il est conseillé d'utiliser une représentation du joueur et de ses membres dans l'univers de jeux pour que le joueur voie bien s'il exerce ses membres ou non. Burke et al. [12] recommandent également d'appliquer des rétroactions claires à chaque action effectuée dans le jeu afin d'assurer la bonne compréhension de l'utilisateur et d'intégrer un système de score qui permet de voir ses progrès à long terme. De plus, ils ont mentionné que le niveau de difficulté d'un jeu de réadaptation ne doit pas être trop facile ni trop difficile pour maintenir l'intérêt du joueur. Trois jeux ont ensuite été réalisés en respectant ces principes. Chaque jeu fonctionne à l'aide d'une webcam et de deux gants de couleur vive différente. Le premier jeu se nomme « *Rabbit Chase* » et est présenté à la figure 4. Son objectif est d'aider à la réadaptation d'un seul bras. Durant une partie, le joueur doit attraper le lapin qui sort d'un des quatre trous présents à l'écran en le touchant de sa main avec le bras sélectionné.

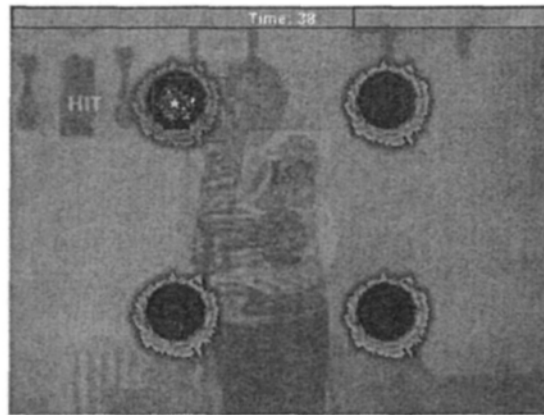


Figure 4 : Interface du jeu « *Rabbit Chase* » [12]

Le second jeu, « *Bubble Trouble* », peut servir à entraîner un ou deux membres à la fois. Durant la partie, une bulle apparaît à la portée du joueur en se déplaçant dans une direction aléatoire avant de disparaître au bout d'un moment. Le joueur doit utiliser ses mains afin de faire éclater la bulle en lui touchant (une main) ou en l'écrasant (2 mains), tel que montré par la figure 5 ci-dessous :



Figure 5 : Interface du jeu « *Bubble Trouble* » [12]

Le troisième jeu présenté à la figure 6, « *Arrow Attack* », sert à la réadaptation des deux bras. Le joueur doit toucher simultanément deux flèches situées dans des boîtes. De plus, ils doivent toucher chaque flèche avec la main qu'elle représente.

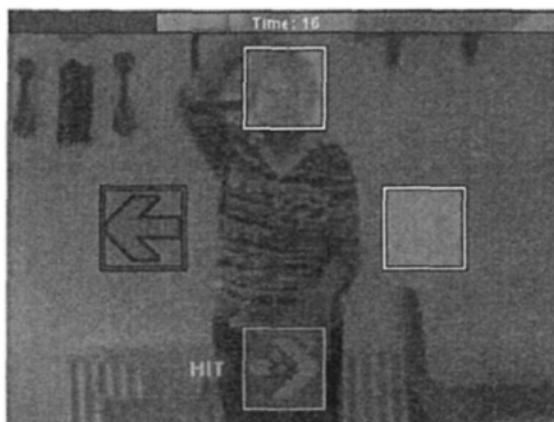
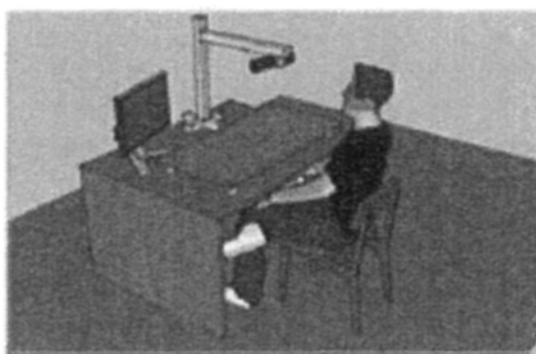


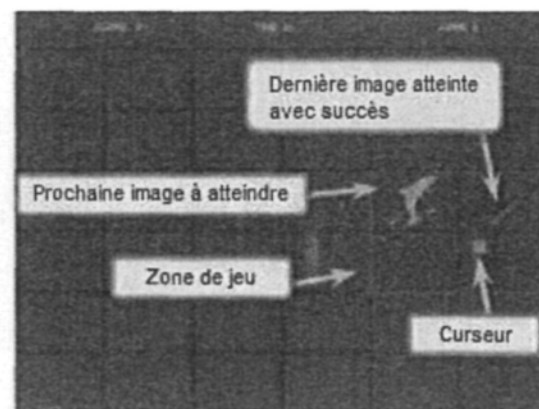
Figure 6 : Interface du jeu « *Arrow Attack* » [12]

Dans tous les jeux, le temps restant au joueur est affiché à l'aide d'une barre de couleur au haut de l'écran et le score du joueur, au centre de l'écran. À la fin d'une partie, les jeux affichent le score du joueur ainsi que les précédents et lui proposent de rejouer. Les jeux ont tous été testés par 13 participants dont 3 avaient subi un AVC. Ces derniers ont ensuite répondu à des questionnaires et quelques questions ouvertes sur leur expérience. En observant les résultats, Burke et al. [12] ont conclu que les jeux développés ont été un succès puisqu'ils sont parvenus à motiver les utilisateurs ainsi qu'à préserver leur intérêt, même s'ils requièrent encore quelques ajustements. Ces résultats démontrent l'intérêt qu'un public âgé pourrait avoir pour un jeu sérieux utilisant la reconnaissance de gestes. Cependant, il n'est pas possible de déterminer si l'immersion créée par l'utilisation de cette technique d'interaction pourrait en être la cause.

Dans le cadre de leurs recherches, Pastor et al. [35] ont mis au point un prototype de jeu sérieux pour aider à la réadaptation des mouvements des membres des individus ayant subi un AVC. Leur objectif était de vérifier l'hypothèse selon laquelle l'usage de jeux vidéo utilisant la Kinect pour reconnaître des mouvements permettrait d'améliorer ou de maintenir les capacités motrices d'un utilisateur en plus de lui paraître plus intéressant que la thérapie de réadaptation classique. Le jeu développé par Pastor et al. [35] est composé d'une grille de 36 zones carrées. Dans une de ces zones apparaît une image. L'objectif du joueur est de déplacer le curseur par-dessus la zone dans laquelle se trouve l'image à l'aide des mouvements de son bras. Ces derniers sont captés par un appareil Kinect suspendu au-dessus d'une surface de détection sur un bureau. La figure 7 présente l'installation et l'interface utilisateur du projet. Le jeu calcule le score de l'utilisateur en divisant le nombre d'images correctement atteintes par la durée d'une partie. Un score plus élevé tend à démontrer une meilleure capacité de mouvement chez l'utilisateur.



(a)



(b)

Figure 7 : Installation du prototype de Pastor et al. (a) et interface utilisateur du jeu (b) [35]

À partir du moment où le prototype fut mis au point, Pastor et al. [35] ont testé ses effets sur un groupe de cinq participants ayant subi un AVC auparavant ainsi qu'avec cinq autres participants formant un groupe de contrôle. Chaque participant a rempli un questionnaire sur sa perception du jeu avant et après l'expérience. De plus, les participants du premier groupe ont également passé un test de Fugl Meyer [16] [20] avant et après l'expérience. Le test de Fugl Meyer [16] [20] permet d'obtenir une mesure de la déficience motrice des survivants d'AVC qui est basée sur leur performance. Ce test servait surtout à choisir des candidats éligibles pour le groupe de test puisque des tests préliminaires tendaient à indiquer que la période d'expérimentation serait trop courte pour générer des changements significatifs. Chacun a par la suite joué 6 à 7 séances de jeu de 20 à 35 minutes. Les participants jouaient au jeu seulement une fois par jour. Tous les participants ont amélioré leurs résultats durant la période d'expérimentation. D'après les résultats des questionnaires, le jeu n'était pas très amusant pour les membres du groupe de contrôle. Malgré tout, il a été apprécié par les utilisateurs ayant précédemment subi un AVC. En effet, ils l'ont jugé plus plaisant et intéressant que la thérapie classique. Finalement, le test de Fugl Meyer [16] [20] a révélé une amélioration significative chez un des participants. Ce dernier n'utilisait apparemment jamais son bras déficient dans son quotidien. Pastor et al. [35] en ont conclu que ce type de jeu avait un grand intérêt pour la population ciblée en plus de montrer des signes d'amélioration de leurs fonctions motrices. Même si les travaux présentés dans [35] ne nous permettent pas d'établir le lien entre l'immersion et la reconnaissance de gestes, ils établissent tout de même l'intérêt pour ces concepts dans le cadre de la réadaptation.

Garcia Marin et al. [17] ont effectué un survol de différents travaux dans le domaine des jeux sérieux entourant la réadaptation ou l'entraînement des fonctions motrices. L'objectif poursuivi dans ces recherches [17] était de démontrer comment ces jeux peuvent aider à améliorer l'état de santé des personnes âgées et d'en effectuer une catégorisation. Ils ont passé en revue une quinzaine de jeux sérieux utilisés pour la réadaptation des mouvements du corps des utilisateurs. Ils ont ensuite séparé ces jeux en deux groupes, présentés par les tableaux 1 et 2, selon s'ils entraînaient les membres supérieurs ou bien inférieurs du corps :

	Jeu	Interaction	Technologie	Caractéristiques spéciales	A domicile	Rétro-actions	Mesure	Sauvegarde
Smith et al. [45]	DDR	Appuyer sur le tapis de danse	PC Tapis de danse	Musique Jeu thématique Progression partagée (nombre de participants non indiqué)	Oui	Visuelles Auditives	Résultat du jeu	Oui
Doyle et al. [14]	Otago Exercises	Transfert de poids	PC Wii Balance Board	Observé par des thérapeutes Possibilité de passer outre le contenu non jouable (6 participants)	Oui	Visuelles Auditives	Résultat du jeu	Oui
Gerling et al. [18]	Tâche 1	Transfert de poids	PC Wii Balance Board	Conception simpliste Tâches individuelles Difficulté dynamique (9 participants âgés de 77-91 ans)	Oui	Visuelles	Résultat du jeu Plus haut score	Oui
	Tâche 2	Sauter						

Tableau 1 : Jeux pour l'exercice / la réadaptation des membres inférieurs [17]

	Jeu	Interaction	Technologie	Caractéristiques spéciales	À domicile	Rétro- actions	Mesure	Sauvegarde progression
Burke et al. [12]	Rabbit Chase	Mouvement de main avec un gant (Reconnaissance d'image)	PC Caméra Webcam Marqueurs	Mécanisme pour ajuster le niveau de difficulté en fonction de la performance Outils pour analyser les fichiers journal (3 participants âgés de 65-73 ans)	Oui	Visuelles Auditives	Trajectoire des mouvements du joueur Amplitude des gestes	Oui
	Bubble Trouble							
	Arrow Attack							
Fasola & Matarie [15]	Jeu d'entraînement	Reconnaissance d'images sans marqueurs	Robot Caméra Wiimote	Facteur social Motivation (11 participants âgés de plus de 65 ans)	Non	Visuelles Auditives	Position des mains Angle des bras	Non mentionné
	Jeu d'imitation							
	Jeux de Mémoires							
Annett et al. [3]	Pop those ballons	Toucher l'écran	PC multitactile sur table	Les thérapeutes peuvent changer la difficulté du jeu Sensibilité du toucher modifié (nombre de participants non indiqué)	Non	Visuelles	Pression du toucher	Non mentionné
	Drumhab							
	Paint by number							
	Picture Tracing							
	Therapist Do-It-Yourself							

Tableau 2 : Jeux pour l'exercice / la réadaptation des membres supérieurs [17]

Après le recensement de tous ces jeux, Garcia Marin et al. [17] ont observé que plusieurs des jeux commerciaux pouvant être utilisés pour la réadaptation motrice ne conviennent pas nécessairement aux personnes âgées puisque leurs besoins n'ont pas été pris en considération lors de leur conception. Inversement, les jeux développés spécifiquement pour les membres de l'âge d'or semblent être bien vus par ces derniers. Garcia Marin et al. [17] ont également remarqué l'utilisation fréquente d'une webcam ou bien d'un appareil d'entrée de donnée d'une plateforme de jeu commerciale (Wii) comme interface plus abordable pour plusieurs projets utilisant la reconnaissance de gestes. Finalement, ils mentionnent qu'en plus des bénéfiques par rapport aux fonctions motrices,

l'utilisation de certains jeux sérieux chez les personnes âgées peut avoir un impact positif sur leurs facultés cognitives.

Comme nous venons de le voir dans cette section du chapitre, les jeux sérieux qui utilisent la reconnaissance de gestes viennent appuyer avec succès des activités de réadaptation motrice. De plus, leur utilisation semble rendre ces exercices plus motivants pour leurs utilisateurs, ce qui diffère des exercices de réadaptation standards. Malgré tout, il demeure difficile d'établir un lien solide entre l'immersion apportée par la reconnaissance de gestes et les bénéfices démontrés dans [12], [35] et [17]. Dans la section suivante, nous passerons en revue différents jeux sérieux du domaine médical étant adapté pour des individus souffrant de troubles cognitifs.

2.2.3 TROUBLES COGNITIFS

Makedon et al. [31] ont observé divers développements en matière de jeux pour la réadaptation et de jeux sérieux pour venir en aide aux individus souffrant de troubles cognitifs. Ils ont décidé de s'inspirer de ces observations pour mettre au point un système de jeu sérieux permettant à la fois d'aider des utilisateurs atteints d'un déclin cognitif moyen (DCM) et d'impliquer un soutien thérapeutique. Deux versions ont été mises au point. La première, « *@Home* », encourage le joueur à jouer à des jeux qui lui sont adaptés afin d'encourager son implication et sa participation dans un environnement plus naturel, par exemple la maison. De plus, ce système permet la surveillance par des intervenants et le maintien d'un historique. La seconde version, « *@Lab* », est plus restreinte, mais permet d'analyser l'activité cérébrale afin de dresser un portrait de la progression de la maladie

d'Alzheimer chez l'utilisateur. Pour ce faire, elle compare les données de performance du joueur avec une classification d'imagerie de proche infrarouge fonctionnel (PIRf). Le PIRf est une technologie d'imagerie récente permettant d'étudier l'activité du cortex de façon réaliste puisqu'elle ne nécessite pas que l'utilisateur soit installé dans un appareil comme l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle. La figure 8 présente les deux prototypes et leurs principales fonctions :

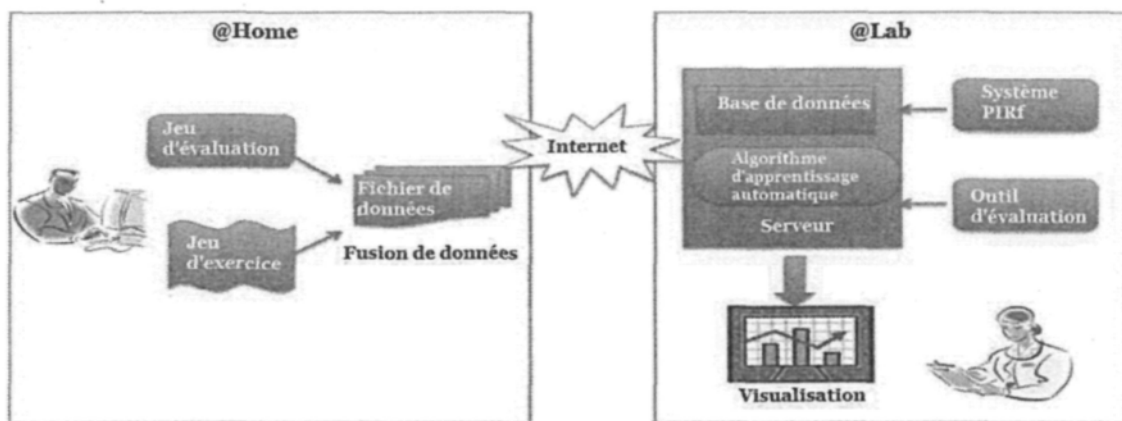


Figure 8 : Schéma des prototypes *@Home* et *@Lab* [31]

Dans le cas de [31], un appareil portable pour obtenir les données de PIRf a été utilisé. Makedon et al. [31] n'ont pas encore eu l'occasion de tester leur prototype, mais prévoient qu'il pourra être d'une grande aide autant pour les patients que leurs thérapeutes et leurs cliniciens. Ils ont également mentionné au sujet des jeux sérieux employés par leur système qu'ils devraient idéalement s'adapter aux capacités de leur utilisateur. Cette conclusion, tout comme celles de [17], nous montre l'importance d'une conception adaptée lorsqu'un jeu cible un public particulier.

Voyant le potentiel des jeux sérieux pour venir en aide aux personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer, Imbeault et al. [22] ont effectué des recherches afin de mettre au point un jeu sérieux qui serait conçu pour bien répondre à leurs besoins. Ils ont adapté le NAT (Naturalistic Action Test) pour leur jeu. Le NAT utilise des actions routinières de tous les jours, appelées des activités de la vie quotidienne, afin d'évaluer comment ces dernières sont affectées par diverses conditions neurologiques, dont la maladie d'Alzheimer [43]. Un des exercices, dont l'interface est présentée à la figure 9, consiste à préparer des rôties et du café.

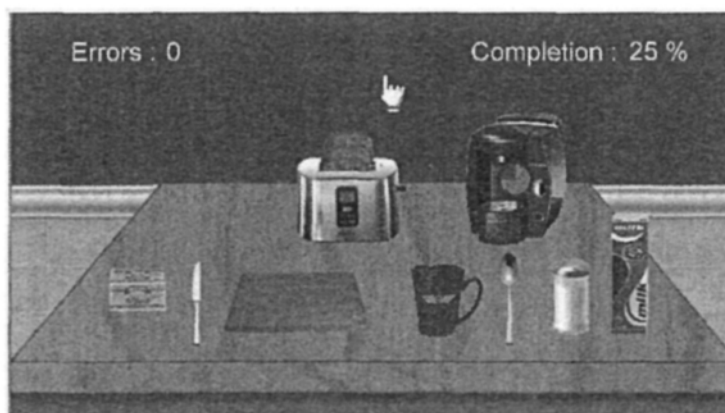


Figure 9 : Interface de jeu représentant un test NAT [22]

Pour compléter ce genre de défi, Imbeault et al. [22] ont également mis au point une architecture de système (figure 10) afin d'adapter les défis proposés par leur jeu selon l'utilisateur et sa progression.

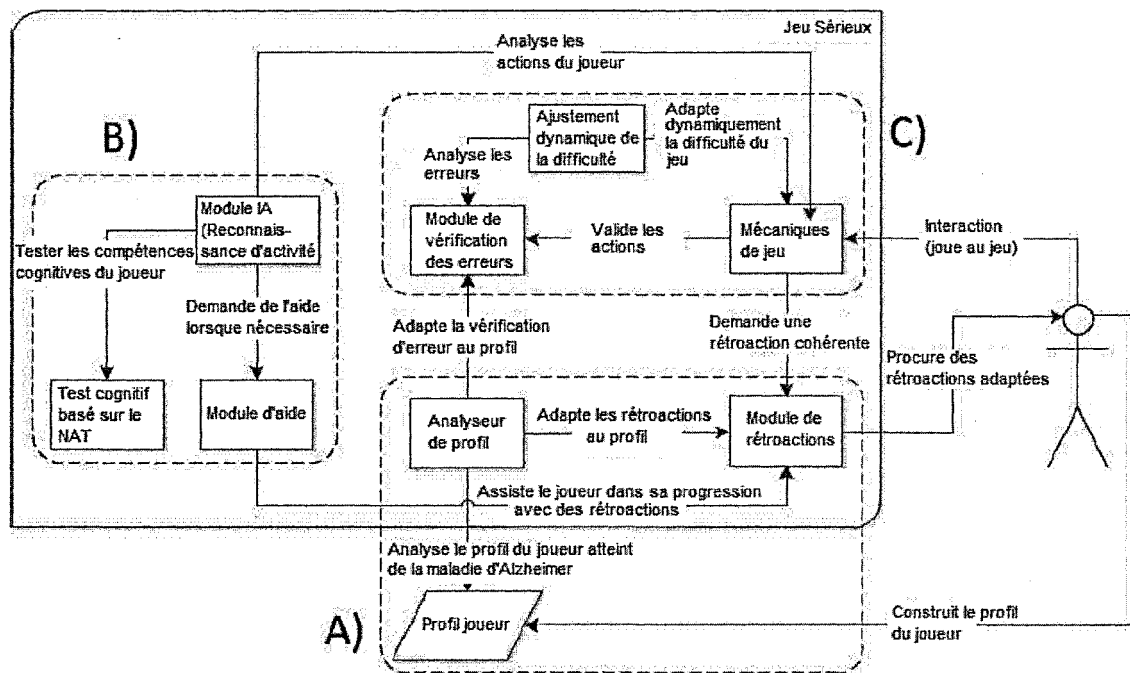


Figure 10 : Schéma du système de jeu d'Imbeault et al. [22]

Tout d'abord, une première composante du système prend en compte le profil de l'utilisateur (A), généré par un NAT pour pouvoir observer l'évolution des résultats de l'utilisateur et détermine quelles sont les rétroactions les plus adaptées aux facultés actuelles du joueur (usage de son, d'image, de vidéo, etc.). La composante B du jeu sert à effectuer la reconnaissance d'activités dans le jeu selon les actions du joueur et à réagir avec l'aide de rétroactions adéquates déterminées dans la composante A. entre autres, chaque utilisateur préparant une tasse de café ne fait pas nécessairement toutes les actions requises dans le même ordre. La composante B analyse les actions du joueur pour déterminer si les actions effectuées sont conformes à celles qui doivent être effectuées pour compléter le niveau du jeu. La dernière composante (C) est responsable du module de gestion des erreurs. Elle contrôle l'ensemble des mécaniques du jeu gérant l'interaction

avec le joueur et elle ajuste dynamiquement la difficulté du jeu selon ses besoins afin de préserver son intérêt. Le jeu proposé dans [22] est intéressant puisqu'il est adapté à un besoin spécifique. Toutefois, il ne bénéficie pas des bienfaits cognitifs que pourrait lui apporter l'utilisation d'une interface tangible utilisant la reconnaissance de mouvement [8].

Pour répondre aux besoins d'adultes plus âgés souffrant de troubles cognitifs comme les personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer, Blunsden et al. [6] ont cherché à mettre au point une interface qui leur soit adaptée. Leur objectif était plus précisément de développer un logiciel permettant d'utiliser la thérapie artistique. Pour ce faire, ils ont d'abord procédé à une analyse ethnographique des besoins des utilisateurs ciblés. Les résultats de ces analyses ont fait ressortir trois dimensions importantes à observer : la simplicité de l'interface, le respect des limitations physiques des utilisateurs et la présence de rétroactions claires. Ils ont ensuite mis au point un prototype d'interface utilisant un écran tactile et une caméra qui sont reliés à un programme de réalisation de dessin pouvant identifier si l'utilisateur est engagé dans la tâche et donc concrètement entraîné dans un processus créatif. Le système de jeu analyse ensuite l'engagement du joueur grâce à un procédé décisionnel partiellement observable de Markov (POMDP dans le schéma ci-dessous) et lorsqu'il croit que l'utilisateur n'est plus suffisamment engagé, il répond en ajoutant une couleur au canevas, en donnant une rétroaction sonore ou en effectuant les deux. Ces rétroactions attirent l'attention et permettent de garder l'intérêt du joueur. La figure 11 ci-dessous présente un schéma du système de jeu :

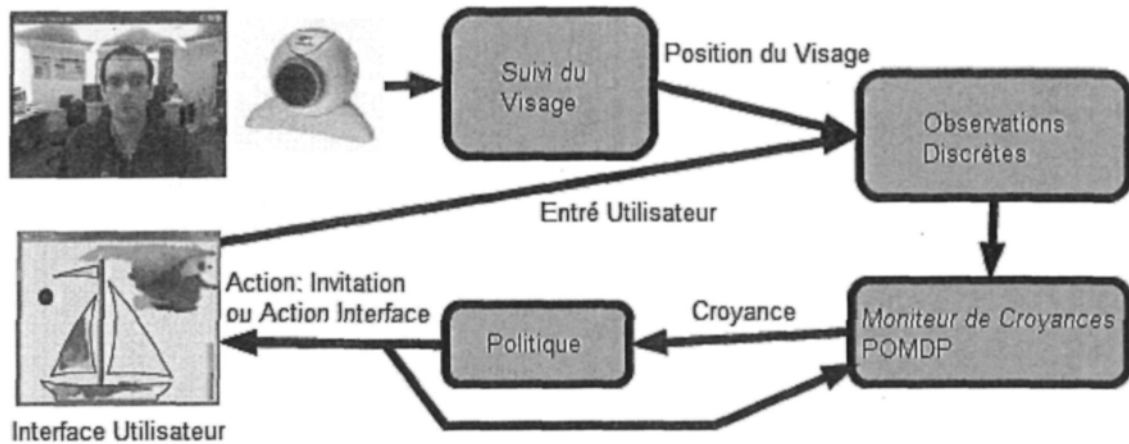


Figure 11 : Schéma du système de jeu de Blunsden et al. [6]

Le prototype développé a été testé auprès d'utilisateurs dont les facultés cognitives étaient normales. Blunsden et al. [6] ont identifié des problèmes à surmonter dans leur prototype. L'un de ces problèmes est d'assurer que l'utilisateur comprend bien l'interface physique qu'il utilise. Blunsden et al. [6] proposent à cette fin d'explorer l'usage d'interfaces tangibles permettant l'utilisation de mouvements écologiques, par exemple celui de « verser de la peinture » pour ajouter cette dernière au canevas dans leur jeu. Cet intérêt pour les gestes écologiques permettrait, selon eux, de préserver l'aspect sensoriel de l'activité en plus de faciliter la compréhension du fonctionnement du jeu. On peut voir ici comment l'utilisation de ce genre de gestes peut être bénéfique pour des individus souffrant de difficultés cognitives.

Les jeux sérieux adaptés aux personnes souffrant de faiblesses cognitives ne nous permettent pas non plus d'établir un lien fort entre l'immersion et la reconnaissance de mouvement. Ils permettent cependant de constater le besoin d'interfaces et de jeux adaptés

à leurs utilisateurs. Dans un des cas [6] concernant des jeux mis au point pour des individus souffrant de troubles cognitifs, un intérêt pour les mouvements écologiques a été démontré.

La reconnaissance de gestes est au cœur de plusieurs jeux sérieux du domaine médical. Que ce soit pour simuler l'apprentissage, aider à la réadaptation motrice ou bien au maintien des facultés cognitives, l'immersion occupe une place importante au cœur du développement de jeux sérieux.

2.3 IMMERSION

L'immersion est une composante de la réalité virtuelle (RV) que Bowman et McMahan [9] définissent comme suis en s'inspirant des propos de Slater [44] :

L'immersion réfère au niveau objectif de fidélité sensorielle que procure un système de réalité virtuelle (Bowman et McMahan, 2010, p.38, traduction libre).

Bowman et McMahan [9] ont expliqué que l'immersion dans un système est créée par le sentiment de présence qu'un environnement virtuel produit chez son utilisateur. Toujours en se basant sur le travail de Slater [44], ils décrivent la présence comme suis:

La présence réfère à la réponse psychologique subjective d'un utilisateur à un système de réalité virtuelle (Bowman et McMahan, 2010, p.38, traduction libre).

Donc, plus un système crée un sentiment de présence chez l'utilisateur, plus il est immersif.

Schuchardt et Bowman [42] ont tenté d'évaluer les bénéfices que peut apporter l'utilisation d'un environnement immersif 3D pour la visualisation de données tridimensionnelles. Pour ce faire, ils ont mis au point deux systèmes de visualisation de réseaux complexes de grottes souterraines modélisées en 3D. Les deux systèmes ont été utilisés dans un environnement de RV CUBE où l'un d'entre eux n'utilisait qu'un seul écran pour consulter les modèles, ce qui diminue l'effet de l'immersion. En comparant le temps nécessaire pour effectuer différentes tâches communes avec les modèles présentés dans l'environnement, Schuchardt et Bowman [42] ont conclu que l'utilisation d'un système plus immersif semble permettre l'exécution d'actions plus rapidement ou aussi rapidement qu'avec un environnement standard présenté sur un seul écran. Ils ont également noté que l'environnement plus immersif était préféré par 96% de leurs 24 utilisateurs experts utilisant généralement ce genre de système dans le milieu professionnel. Toutefois, il n'est pas possible d'établir à partir de ce résultat l'impact que pourrait avoir l'immersion lorsqu'elle est appliquée à d'autres domaines comme les jeux sérieux.

Les composantes augmentant la présence à l'intérieur d'un système permettent à celui-ci d'être plus immersif. Cette immersion apporte déjà des bénéfices dans les domaines du traitement de phobie, du militaire ainsi que du divertissement [9]. Dans ce chapitre, nous allons survoler plusieurs exemples de jeux sérieux possédant des composantes immersives afin de nous assurer de l'importance de l'immersion dans ce domaine.

2.3.1 RECONNAISSANCE DE GESTES IMMERSIFS

Afin d'étudier l'utilisation de méthodes d'interaction 3D dans les jeux vidéo, Katzourin et al. [26] ont mis au point un jeu immersif à l'aide d'un système de réalité virtuelle à l'Université Brown. Ce dernier est principalement composé d'un CUBE de 8 x 8 x 8 pieds avec trois murs à projection arrière et un plancher-écran. Katzourin et al. [26] ont en plus utilisé trois appareils à six degrés de liberté pour récupérer l'orientation et la position des deux mains et de la tête de l'utilisateur. Dans le jeu qu'ils ont développé, le joueur manipule une épée, un bouclier, un arc et des sortilèges afin de survivre le plus longtemps possible à des vagues d'ennemis qui ne finissent jamais d'apparaître. Toutes les interactions avec ces objets sont réalisées à l'aide de gestes écologiques. Katzourin et al. [26] notent que les utilisateurs n'ayant jamais utilisé de système de réalité virtuelle ont ainsi réussi à comprendre très rapidement le fonctionnement du jeu, ce qui a validé leur choix de technique d'interaction, mais qu'un tel système serait peu pratique et trop encombrant pour un usage domestique. De plus, il serait trop dispendieux pour être accessible au grand public. Cependant, même si cette expérience met en valeur les bienfaits des gestes écologiques dans le contexte d'un jeu immersif, elle ne révèle aucune information sur l'impact de l'immersion dans un tel contexte.

Liarokapis et al. [29] ont créé un jeu sérieux utilisant la réalité augmentée (RA) dans le but de mettre au point une interface générique qui soit conviviale et utilisable par un grand nombre d'utilisateurs incluant des personnes atteintes de handicaps variés. Pour atteindre leur objectif, ils ont évalué les capacités de différentes interfaces tangibles pour interagir avec le jeu avant de combiner l'utilisation d'un visiocasque, d'une télécommande

Wii ainsi que d'un gant spécial muni d'une petite caméra USB pour détecter les mouvements des doigts. En testant l'accomplissement de plusieurs tâches génériques avec leur interface dans un très simple jeu de course utilisant la RA, Liarokapis et al. [26] ont récolté des commentaires tendant à démontrer que l'usage de cette interface rendait l'interaction plus réaliste, intuitive et amusante. Trois facteurs qui pourraient servir à améliorer le rendement de n'importe quel jeu sérieux recherchant un certain niveau d'immersion.

Dans le cadre d'un projet pour apprendre de bonnes habitudes de vie aux enfants, Marcías et al. [30] ont mis au point un jeu sérieux utilisant comme périphérique une souris, un gant immersif CyberTouch ou bien une télécommande Wii. Leur objectif était de créer un jeu qui profiterait d'interactions naturelles afin de renforcer l'expérience du joueur et par le fait même son apprentissage des bonnes habitudes alimentaires. Marcías et al. [30] ont remarqué que l'utilisation de la souris permettait à première vue d'effectuer plus efficacement les tâches à accomplir, mais ont mentionné que ces résultats étaient dus au fait que les utilisateurs étaient tous déjà habitués à l'usage d'une souris. De plus, ils ont ajouté que les meilleures performances ont, selon eux, été obtenues par le gant CyberTouch parce que les utilisateurs ont trouvé son utilisation facile et amusante et son interface plus intéressante et engageante. Finalement, leur jeu a réussi à bien éduquer les utilisateurs sur une saine alimentation et tous les utilisateurs ont trouvé le jeu amusant ou très amusant. Les travaux de Marcías et al. [30] suggèrent que l'usage d'interfaces tangibles permettant l'utilisation de gestes écologiques augmente l'intérêt pour un jeu, mais ils ne donnent

aucune explication sur la raison derrière ce bénéfice. Il est donc difficile de dire s'il vient de l'originalité de l'interface ou de l'effet d'immersion qu'elle crée.

Häikiö et al. [21] ont cherché à savoir si l'utilisation d'une interface fonctionnant à l'aide de carte à puce pouvait être adéquate auprès des utilisateurs de l'âge d'or. Ils ont mis au point un système où des participants pouvaient utiliser leur téléphone cellulaire afin de commander leur repas en résidence. Pour faire fonctionner le système, il fallait balayer une carte à puce sur un panneau avec son appareil cellulaire. Chaque carte à puce représentait un repas en particulier selon le jour et le moment du balayage. Après une période de 3 à 8 semaines d'utilisation selon les participants, Häikiö et al. [21] ont conclu que, même si certains individus peuvent être résistants à ce changement de méthode pour commander, l'usage d'une interface tactile utilisant le geste écologique de « balayer » semble adéquat pour des personnes âgées, même si elles souffrent de troubles cognitifs ou moteurs.

Voulant vérifier si l'utilisation de la télécommande Wii pourrait représenter une nouvelle façon d'interagir avec les systèmes multimédias pour les personnes âgées, Neufeldt [34] a introduit l'usage de la console Wii dans un programme d'exercices dans une résidence pour personnes retraitées. Durant les périodes désignées, les participants devaient principalement jouer au jeu de quilles de la série « Wii Sports ». Dans ce jeu, les joueurs utilisent la reconnaissance du mouvement du bras combiné à l'usage de bouton pour lancer la boule. Au bout de plusieurs séances, Neufeldt [34] a noté que l'utilisation de la télécommande Wii n'était pas nécessairement intuitive pour les personnes âgées. Il a

toutefois constaté que l'utilisation de la console Wii était amusante pour les participants et qu'elle permettait d'améliorer la coordination de leurs mouvements.

Bellotti et al. [5] ont exploré les mécanismes de jeu pouvant améliorer l'obtention de connaissance dans des univers virtuels. Dans l'objectif de créer un jeu permettant d'en apprendre plus sur l'héritage culturel européen, ils ont inventé un prototype permettant d'explorer virtuellement la ville de Gênes en Italie. Ils y ont ajouté plusieurs mini-jeux basés sur des interactions simples pour réduire le temps d'apprentissage de l'application et permettre au joueur de se concentrer sur son expérience. Des essais préliminaires du prototype ont permis à Bellotti et al. [5] de conclure qu'il faut plus de tests pour bien implémenter un jeu permettant un apprentissage naturel par l'exploration de son univers virtuel. Ils ont cependant indiqué que la valeur des actions simulées dans un tel univers à des fins d'apprentissage de tâches spéciales est significative. La simulation immersive d'un geste particulier pourrait donc être convenable à son apprentissage dans le cadre d'un jeu sérieux.

Pour permettre de faciliter l'apprentissage des composantes non verbales d'un langage par une approche interculturelle, Rehm et al. [38] ont mis au point un jeu de rôle pour appareil mobile faisant usage de la reconnaissance de gestes. Leur approche mélange l'usage d'un agent virtuel, d'un système de supervision d'entraînement ainsi que d'une composante de reconnaissance de gestes. Les premières évaluations des qualités de leur prototype indiquent que leur jeu est perçu par les utilisateurs comme motivant et innovateur. Le succès du jeu de [38] peut être attribué en partie à l'usage de gestes

écologiques utilisés dans l'apprentissage du langage non verbal. Il n'existe toutefois pas de données dans ce contexte indiquant si c'est l'immersion causée par ces gestes qui a créé ce résultat.

Koay et al. [27] ont mené une étude pour établir si l'usage de la console Wii peut bénéficier aux personnes âgées. Ils ont formé trois groupes résidentiels pour une période de 6 semaines. Le premier groupe avait accès à une console Wii ainsi qu'à quatre contrôleurs permettant aux participants de jouer à des jeux ensemble. Le second groupe en disposait d'une également, mais d'un seul contrôleur, ce qui forçait les participants à jouer tout seul. Le dernier groupe, qui sert de groupe de contrôle, n'avait pas console, mais pouvait s'adonner à des jeux comme UNO ou bien Jenga. Trois fois par semaine, les participants étaient invités à des séances de jeu d'une heure et demie. Ils devaient aussi remplir des questionnaires d'évaluation sur la solitude, l'estime de soi, l'effet positif/négatif de l'activité, l'activité physique, l'interaction sociale ainsi que le niveau d'appartenance à l'établissement où ils résidaient. Ces questionnaires ont été remplis avant et après l'expérience. En comparant les résultats, Koay et al. [27] ont conclu que les participants qui avaient utilisé la console Wii ont très bien répondu à l'expérience obtenant des résultats supérieurs en tout point à ceux du groupe de contrôle pour chacune des éléments du bien-être analysés.

E. Kahlbaugh et al. [25] ont également tenté d'évaluer les effets de l'usage de la console Wii sur le bien-être des personnes âgées. Ils ont conduit une expérience où différentes personnes âgées suivaient l'un de trois programmes une fois par semaine durant

dix semaines, soit recevoir la visite d'un assistant de recherche et jouer aux quilles sur la console Wii, recevoir la visite d'un assistant de recherche et regarder la télévision ou bien ne pas recevoir de visite. E. Kahlbaugh et al. [25] ont ensuite fait répondre les participants à différents questionnaires sur le bien-être individuel. Leurs résultats ont indiqué que les individus jouant à la console Wii se sentaient moins seuls et que ceux qui regardaient la télévision se sentaient plus seuls. E. Kahlbaugh et al. [25] ont conclu que l'usage de la console Wii serait adéquat dans le cadre d'un projet pour les personnes âgées ayant pour objectif de leur apporter du plaisir ainsi qu'un sentiment d'appartenance.

Dans cette section, nous avons survolé plusieurs jeux sérieux qui bénéficient à un niveau ou à un autre de l'immersion et qui utilisaient pour la plupart la reconnaissance de gestes. Malgré cela, il ne nous est pas possible d'établir un lien clair entre les deux concepts. Néanmoins, l'utilisation d'interfaces tangibles permettant la reconnaissance de gestes semble adéquate pour des individus plus âgés ou souffrants de faiblesses cognitives [27] [25]. De plus, même si leurs capacités motrices peuvent rendre les mouvements amples, fatigants et défavorables [34], l'utilisation de petits gestes écologiques leur semble adaptée [21] et favorable à l'apprentissage [5].

2.4 CONCLUSION

Dans nos travaux, nous voulons exploiter des jeux sérieux pour contrer le déclin cognitif des personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer. Pour cela, dans ce chapitre, nous avons fait un état de l'art sur l'utilisation des jeux sérieux dans le domaine médical ainsi que sur l'aspect immersif de ces jeux. À cet effet, nous avons décrit plusieurs jeux

utilisés pour entraîner des intervenants, encourager la réadaptation motrice et aider au ralentissement du déclin cognitif chez les utilisateurs. Ensuite, nous avons observé plusieurs exemples de jeux sérieux qui profitent de la reconnaissance de mouvements dans le but d'améliorer l'immersion du joueur.

Les travaux portant sur les jeux développés pour des individus souffrant de troubles cognitifs [6] [8] suggèrent que l'utilisation d'une interface permettant la reconnaissance de gestes écologiques pourrait profiter à leurs utilisateurs. Nous avons vu que l'utilisation de ce genre d'interfaces immersives semble en effet apporter des bénéfices dans le domaine du jeu sérieux. Il paraît donc normal que l'utilisation d'une interface de ce type apporte son lot d'avantages dans un jeu sérieux servant à stabiliser le déclin cognitif. Cependant, le rôle de l'immersion elle-même au cœur de cette relation demeure incertain. À notre connaissance, aucun lien n'a été établi entre l'immersion elle-même et l'usage d'interfaces tangibles permettant la reconnaissance de gestes. Nous proposons donc d'étudier cette relation dans le contexte d'un jeu sérieux adapté pour des personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer.

Le chapitre suivant présente des lignes directrices pour la conception d'un jeu sérieux pour des individus atteints de la maladie d'Alzheimer [8]. De même, il introduit notre implémentation d'un tel jeu sérieux s'inspirant des travaux d'Imbeault et al. [22] et comportant deux modes de jeux afin d'effectuer une étude comparative de leur degré d'immersion : un premier mode jouable à l'aide d'une télécommande Wii permettant la reconnaissance de gestes écologiques et un second fonctionnant plutôt à l'aide d'une souris d'ordinateur.

CHAPITRE 3

JEU SÉRIEUX ADAPTÉ

3.1 LIGNES DIRECTRICES DU CONCEPT

Afin de créer un jeu sérieux adapté à l'aide duquel nous pourrions effectuer nos tests, il nous faut d'abord bien identifier les éléments de conception importants dans le cadre du développement d'un tel logiciel. Dans un travail précédent [8], notre équipe de recherche a déjà proposé des lignes directrices pour mettre au point un jeu sérieux permettant de ralentir le déclin cognitif chez les personnes souffrant de la maladie d'Alzheimer. Ces recommandations couvrent quatre aspects de conception qui sont le choix de défis adaptés au joueur : la conception d'interface et de mécanismes d'interaction adéquats, la production de composantes visuelles et auditives pour l'entraînement cognitif ainsi que l'implémentation d'une intelligence artificielle pour assister le joueur correctement et ajuster le niveau de difficulté du jeu. Nous allons survoler ces différents aspects et voir comment ils peuvent influencer cette recherche.

3.1.1 DÉFIS ADAPTÉS

Pour assurer qu'un jeu sérieux soit efficace auprès d'individus atteints de la maladie d'Alzheimer, les défis qu'il propose doivent être adaptés à leurs besoins. Pour ce faire, nous pouvons garder une trace des capacités cognitives de l'utilisateur, déterminer un nombre d'étapes approprié pour le défi et garder le joueur dans sa zone de « flow ».

3.1.1.1 CAPACITÉ COGNITIVE

Il est important de pouvoir estimer les capacités cognitives du joueur lorsqu'il joue au jeu. De cette façon, il est possible de suivre leur état de santé après une partie et d'en préserver un historique afin de mesurer l'impact (positif ou négatif) du jeu au fil du temps. Une façon d'y arriver est de recréer en jeu une situation dans laquelle le joueur doit accomplir une série d'actions de la vie courante comme dans un NAT [43]. Il devient alors possible d'utiliser une feuille d'évaluation comme celle du NAT dans le jeu afin de garder en mémoire les performances cognitives du joueur.

3.1.1.2 NOMBRE D'ÉTAPES

Une attention doit être portée au nombre d'étapes proposées dans le jeu pour un défi donné. En effet, il faut que ce dernier soit composé d'un nombre d'étapes suffisant afin de bien entraîner les capacités cognitives du joueur. Toutefois, le nombre ne doit pas être trop élevé afin de ne pas surcharger le joueur et ainsi de diminuer les bénéfices de l'application. En nous inspirant de divers scénarios du NAT [43], nous pouvons conclure qu'il devrait y avoir entre 8 et 12 étapes aux défis proposés.

3.1.1.3 FLOW

Un individu se trouve dans sa zone de « flow » lorsque les défis auxquels il fait face sont à la hauteur de ses capacités à les relever [13]. Le défi proposé ne doit donc pas être trop complexe ou trop simple. Être dans un tel état améliore l'expérience d'apprentissage du joueur. On sait qu'il est difficile pour une personne atteinte de la maladie d'Alzheimer d'apprendre de nouveaux paradigmes et mécaniques de jeu. Une façon de contourner ce

problème et d'assurer un minimum de simplicité dans le jeu est de proposer un défi représentant un élément de la vie courante du joueur.

Nous venons de voir comment l'attention aux capacités cognitives des joueurs, au nombre d'étapes d'une tâche donnée et à la zone de « flow » d'un individu permet de mettre au point un défi bien adapté dans le cadre d'un jeu sérieux pour venir en aide à des personnes souffrant de la maladie d'Alzheimer. Toutefois, dans notre contexte, nous ne cherchons pas à établir l'état cognitif du joueur. Il n'est donc pas nécessaire d'utiliser les méthodes d'évaluation du NAT pour établir un profil cognitif dans notre système. Dans la section suivante, nous verrons des lignes directrices portant sur l'interface et les mécanismes d'interactions.

3.1.2 INTERFACE ET MÉCANISMES D'INTERACTION

On sait que l'activité physique peut avoir un effet cognitif positif [28]. Nous avons d'ailleurs vu quelques exemples de projets utilisant diverses formes d'exercices dans le chapitre suivant à des fins de réadaptation [12] [35]. Pour tenter d'implémenter une interface convenable dans le contexte d'un jeu sérieux comme le nôtre, nous devons prendre en considération l'usage d'interactions écologiques, la légèreté de l'interface ainsi que l'aspect multimodal que cette dernière peut apporter.

3.1.2.1 INTERACTION ÉCOLOGIQUE

Une interaction est écologique dans la mesure où elle est réalisée à l'aide d'un geste ou d'un mouvement naturel. Un bon exemple est l'utilisation de la Kinect de Microsoft

permettant de reproduire des gestes réels afin d'interagir avec un jeu plutôt que de devoir appuyer sur différents boutons d'un contrôleur. L'utilisation de ce genre de méthodes d'interaction pourrait permettre de réduire la durée d'apprentissage des contrôles du jeu ce qui augmente le niveau d'engagement du joueur. Toutefois, ces interactions doivent être conçues selon les capacités des utilisateurs ciblés.

3.1.2.2 INTERFACE LÉGÈRE

Des installations de réadaptation standard peuvent être encombrantes ou bien onéreuses. Des frais de déplacement peuvent également être engendrés si le joueur doit se déplacer à un édifice spécialisé pour suivre son programme. Ces facteurs peuvent être démotivants pour les patients. L'interface pour un jeu sérieux devrait pouvoir être portable, abordable et adaptée à un usage domestique afin de favoriser son usage.

3.1.2.3 ASPECT MULTIMODAL

L'évolution des technologies de la RV offre désormais une multitude de technologies afin d'interagir avec les canaux sensori-moteurs de l'être humain. L'utilisation de ces technologies offre une alternative intéressante pour des individus pouvant souffrir de difficultés visuelles ou auditives. [8] recommande de faire usage du multimodal autant pour refléter les actions du joueur dans le jeu que pour leur répondre de façon rétroactive.

Dans cette section, nous avons pris conscience des avantages que représente l'utilisation d'interactions écologiques, d'interfaces légères et du multimodal pour un jeu sérieux adapté. Tous ces aspects touchent à l'interaction avec le jeu et doivent être

considérés lors de l'ajout d'une interface permettant la reconnaissance de mouvements à ce dernier. Nous verrons maintenant d'autres lignes directrices portant sur les composantes visuelles et auditives du jeu adapté.

3.1.3 COMPOSANTES VISUELLES ET AUDITIVES

La population ciblée par notre jeu peut être affectée par des troubles d'audition et de la vue dus au vieillissement ainsi que d'autres difficultés sensorielles causées par la maladie d'Alzheimer. Il est important de tenir compte de la simplicité des scènes qui leur sont proposées, des couleurs et textures utilisées ainsi que de la luminosité dans le jeu afin d'assurer l'efficacité des composantes visuelles mises au point. De plus, il faut porter une attention particulière au contraste et aux rétroactions utilisées.

3.1.3.1 SCÈNE SIMPLE

L'âge peut rendre difficile la recherche d'un élément visuel dans une scène complexe. Il est donc préférable de créer des scènes de jeu simples qui ne sont pas surchargées d'information. Cela permet également d'éviter la frustration qui pourrait être causée par l'incapacité de trouver un élément recherché. De façon similaire, il faut faire attention aux déplacements des éléments dans la scène afin de ne pas confondre le joueur.

3.1.3.2 COULEUR ET TEXTURE

Les personnes âgées perçoivent mieux les couleurs chaudes comme le jaune, l'orange et le rouge alors qu'elles parviennent plus difficilement à bien distinguer des couleurs comme le bleu et le mauve. De plus, elles ont généralement une vision tendant à

moins bien discerner les détails de certaines textures [24]. L'utilisation de textures simples devrait être favorisée et des couleurs plus vives devraient être employées afin d'attirer l'attention du joueur sur des éléments de jeu importants.

3.1.3.3 LUMINOSITÉ

Dans un jeu en 3D, il faut non seulement mettre au point l'environnement de jeu, mais également en créer l'éclairage en choisissant le nombre de lumières utilisées dans la scène virtuelle, leur emplacement ainsi que leurs propriétés. Il faut que la scène proposée soit bien éclairée, mais il faut éviter d'utiliser trop de luminosité ou d'effet comme des reflets afin de ne pas nuire à la vision que le joueur a du niveau de jeu.

3.1.3.4 CONTRASTE

En vieillissant, la perception des profondeurs s'affaiblit et il devient plus difficile de distinguer le contour des objets. Ainsi, un objet noir situé près d'un mur pourrait paraître comme un trou dans ce dernier. Pour atténuer les effets de ce problème, il faut que les objets présentés dans le jeu possèdent des contours bien distincts. Il est possible d'obtenir ce résultat en utilisant des couleurs bien distinctes du décor dans lequel ils se trouvent.

3.1.3.5 RÉTROACTION

Il n'est pas rare que les patients atteints de la maladie d'Alzheimer souffrent de faiblesses visuelles, auditives ou encore d'un mixte des deux. L'une de ses faiblesses peut être plus présente que l'autre selon le profil d'un patient donné. Il est donc important

d'employer des rétroactions en jeu qui utilise à la fois des composantes visuelles et des effets sonores afin de bien répondre aux différents besoins que pourraient avoir les joueurs.

Nous venons survoler différentes facettes de la conception visuelle et auditive dans un jeu sérieux en prêtant une attention particulière à la simplicité des scènes, aux couleurs, aux textures, à la luminosité, au contraste et aux rétroactions. Nous allons désormais voir quelques lignes directrices touchant l'utilisation d'une intelligence artificielle d'assistance.

3.1.4 INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Il est plus efficace pour l'entraînement des patients souffrant de la maladie d'Alzheimer de recevoir de l'aide pour compléter un défi plutôt que d'échouer ce dernier. Pour y parvenir, il est possible d'utiliser une intelligence artificielle afin d'effectuer une reconnaissance d'activité à partir des actions du joueur et d'adapter dynamiquement le niveau de difficulté du jeu selon son niveau de performance.

3.1.4.1 RECONNAISSANCE D'ACTIVITÉ

Dans le domaine de l'intelligence ambiante, il est fréquent d'utiliser différents procédés de Markov [33] [52] afin d'interpréter divers signaux et de prédire le comportement d'un individu malgré un certain degré d'incertitude. Dans le contexte d'un jeu vidéo, toutes les actions du joueur peuvent être observées à l'intérieur du système de jeu sans nécessiter l'utilisation d'algorithmes complexes. Puisque des individus différents peuvent répondre différemment à un même problème, le jeu pourrait inclure un processus de décision de Markov pour apprendre la séquence d'action « habituelle » d'un individu

pour ensuite intervenir auprès de ce dernier lorsque les actions qu'il effectue en jeu sont non-conformes à cette séquence.

3.1.4.2 AJUSTEMENT DE DIFFICULTÉ DYNAMIQUE

Le niveau des défis proposé par le jeu doit être adapté aux aptitudes du joueur afin de lui assurer un meilleur niveau de concentration et d'éviter son découragement [13]. Pour ce faire, il est possible de comparer la performance du joueur au niveau d'aptitude requise pour un niveau de jeu afin d'établir le ratio de difficulté qu'il représente. Un algorithme a déjà été mis au point à cette fin [48].

La reconnaissance d'activité et l'ajustement dynamique de la difficulté constituent un moyen d'utiliser l'intelligence artificielle dans un jeu sérieux adapté pour bien répondre aux besoins de rétroaction individuelle de chaque joueur ainsi que pour leur assurer un niveau de défi acceptable. Toutefois, leur utilisation n'est pas préférable dans notre contexte. En effet, la difficulté rencontrée par un joueur dans le jeu peut influencer sur sa présence et donc sur l'immersion que ce dernier procure. Comme nous souhaitons évaluer comment l'ajout d'une interface permettant la reconnaissance de gestes influence l'immersion, il nous semble favorable d'isoler les autres éléments du système de jeu pouvant faire fluctuer le résultat.

3.1.5 POSITIONNEMENT AU SUJET DES LIGNES DIRECTRICES

Pour bien simuler le contexte d'un jeu sérieux pour l'entraînement cognitif d'individus atteints de la maladie d'Alzheimer, il est important de tenir compte des lignes

directrices établies précédemment par notre équipe de recherche [8]. Ces lignes directrices nous donnent des indications claires concernant la conception des défis, de l'interface, des mécaniques, des composantes visuelles et auditives ainsi que l'ajout d'une intelligence artificielle d'assistance.

Cependant, certaines lignes directrices proposent des éléments de conception qui ne semblent pas avoir un impact direct sur notre recherche, comme l'usage d'une évaluation virtuelle de l'état cognitif du joueur. Un autre élément, soit l'usage d'une intelligence artificielle d'assistance, pourrait avoir une influence sur la présence du joueur à l'intérieur du jeu et donc sur son niveau d'immersion. Ainsi, il est préférable de ne pas tenir compte de ces lignes directrices particulières pour notre jeu afin de mieux isoler l'effet de l'ajout d'une interface permettant la reconnaissance de mouvements écologiques sur l'immersion.

Finalement, il est mentionné dans [8] que l'usage de la 3D pour représenter l'environnement virtuel du jeu serait plus adéquat pour les besoins de la population ciblée. Nous proposons donc d'implémenter un jeu sérieux suivant la plupart des lignes directrices présentées dans [8], puis d'y ajouter deux modes de contrôle afin d'en valider l'impact sur l'immersion qu'il procure : un premier utilisant une interface tangible permettant la reconnaissance de gestes écologiques et un second employant à la place une interface commune.

3.2 DÉVELOPPEMENT DE JEU BASÉ SUR LES CONTRAINTES RETENUES

Nous avons vu dans la section précédente plusieurs lignes directrices pouvant nous permettre de développer un jeu sérieux adapté aux besoins des personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer. Nous avons également discuté des raisons pour lesquelles certaines d'entre elles n'ont pas à être suivies dans notre contexte. Nous allons désormais présenter notre implémentation d'un jeu sérieux adapté inspirée de [8] afin de pouvoir tester l'effet de l'ajout d'une interface utilisant la reconnaissance de gestes écologiques sur l'immersion qu'il procure. Pour ce faire, nous établirons d'abord le contenu du jeu en question. Ensuite, nous survolerons les interfaces tangibles utilisées et leur fonctionnement dans l'univers virtuel créé. Finalement, nous détaillerons la reconnaissance de gestes et son fonctionnement à l'intérieur de notre prototype.

3.2.1 DÉFI

Deux des objectifs principaux du défi proposé sont qu'il doit être simple et intuitif. Nous avons décidé de nous inspirer du NAT tel que recommandé dans les lignes directrices que nous avons vues précédemment. Une des épreuves du NAT est de préparer un café et des rôties. Cette épreuve a déjà été intégrée dans un jeu en deux dimensions par notre équipe de recherche [22], mais des expérimentations guidées par des neuropsychologues nous ont montré que l'usage de la 3D serait plus adéquat pour notre population ciblée [8]. Dans un jeu, l'implémentation et la manipulation d'objets tridimensionnels sont beaucoup plus complexes qu'avec des objets bidimensionnels. De plus, il est plus simple de concentrer le joueur sur une seule tâche plutôt que sur deux. Nous avons donc décidé de prendre pour défi la préparation d'une tasse de café à laquelle il faut rajouter du lait et du

sucre. Ainsi, nous proposons un défi simple dans un contexte familial. Nous avons développé notre jeu en Unity3D v4.3, un moteur de jeu tridimensionnel gratuit pour l'utilisation non commerciale.

3.2.2 JEU PROPOSÉ

L'objectif du jeu est de préparer un café en y ajoutant une fois du sucre et une fois du lait. Pour atteindre cet objectif durant une partie, le joueur peut interagir avec chacun des six objets présents dans le tableau 3 ci-dessous en positionnant le curseur au-dessus et en appuyant sur le bouton d'interaction du contrôleur. Par exemple, dans le cas du second mode de jeu, le joueur doit appuyer sur le bouton gauche de la souris. Si le joueur ne tenait pas d'objet dans le jeu, il prendra l'objet sur lequel il a cliqué « en main » et pourra le déplacer dans la scène de jeu. Si par la suite le joueur positionne son curseur sur un autre objet et appuie à nouveau sur le bouton d'interaction, le système tentera de faire interagir les deux objets ensemble. Si au contraire le joueur positionne son curseur ailleurs dans la scène de jeu avant de peser sur le bouton, l'objet qu'il tenait sera replacé sur le comptoir. Une exception existe dans le cas de la bouilloire. Interagir avec elle pour la première fois lors d'une partie l'active pour quatre secondes durant lesquelles une animation et un effet sonore jouent pour indiquer au joueur qu'elle est en train de faire bouillir l'eau. Si le joueur tente de faire interagir l'objet « en main » avec l'environnement, l'objet « en main » cesse de l'être et reprend sa position initiale. Plus tard, nous verrons plus en détail le fonctionnement des interactions dans la section sur les contrôles du jeu.

Objet	Première interaction	Interactions subséquentes
Pot de café	Prendre OU interagir avec l'objet en main	Prendre OU interagir avec l'objet en main
Cuillère	Prendre OU interagir avec l'objet en main	Prendre OU interagir avec l'objet en main
Tasse	Prendre OU interagir avec l'objet en main	Prendre OU interagir avec l'objet en main
Lait	Prendre OU interagir avec l'objet en main	Prendre OU interagir avec l'objet en main
Pot de sucre	Prendre OU interagir avec l'objet en main	Prendre OU interagir avec l'objet en main
Bouilloire	Activer la bouilloire (4 secondes)	Prendre OU interagir avec l'objet en main

Tableau 3 : Interactions selon l'objet sélectionné

Étape	Actions à effectuer
Récupérer du café soluble	1-Prendre la cuillère 2-Interagir avec le pot de café
Ajouter le café soluble à la tasse	1 -Avoir récupéré du café soluble 2 -Interagir avec la tasse
Récupérer un morceau de sucre	1 - Prendre la cuillère 2-Interagir avec le pot de sucre
Ajouter le morceau de sucre à la tasse	1 -Avoir récupéré un morceau de sucre 2 -Interagir avec la tasse
Faire bouillir de l'eau	1 - Interagir avec la bouilloire pour la première fois
Ajouter l'eau à la tasse	1 - Avoir fait bouillir l'eau 2 - Prendre la bouilloire 3 - Interagir avec la tasse
Ajouter le lait à la tasse	1 - Prendre la cuillère 2 - Interagir avec le pot de café
Mélanger le café	1 - Avoir ajouté le café soluble, le sucre, le lait et l'eau chaude 2 - Prendre la cuillère 3 - Interagir avec la tasse de café

Tableau 4 : Critère d'achèvement des étapes du jeu

Le scénario du jeu peut être réalisé en huit étapes composées chacune de quelques actions à accomplir pour les compléter. Le tableau 4 présente ces étapes et les actions qui leur sont reliées.

Tout comme lors de la véritable préparation d'un café, le joueur ne dispose pas forcément d'un ordre spécifique pour effectuer ces actions. En effet, un individu peut ajouter le café soluble en premier dans sa tasse avant d'y ajouter le sucre et vice-versa. Pour cela, il existe différentes séquences qui permettent toutes de faire un café tel que demandé par le jeu. La figure 12 montre ces différentes séquences d'actions dans le niveau.

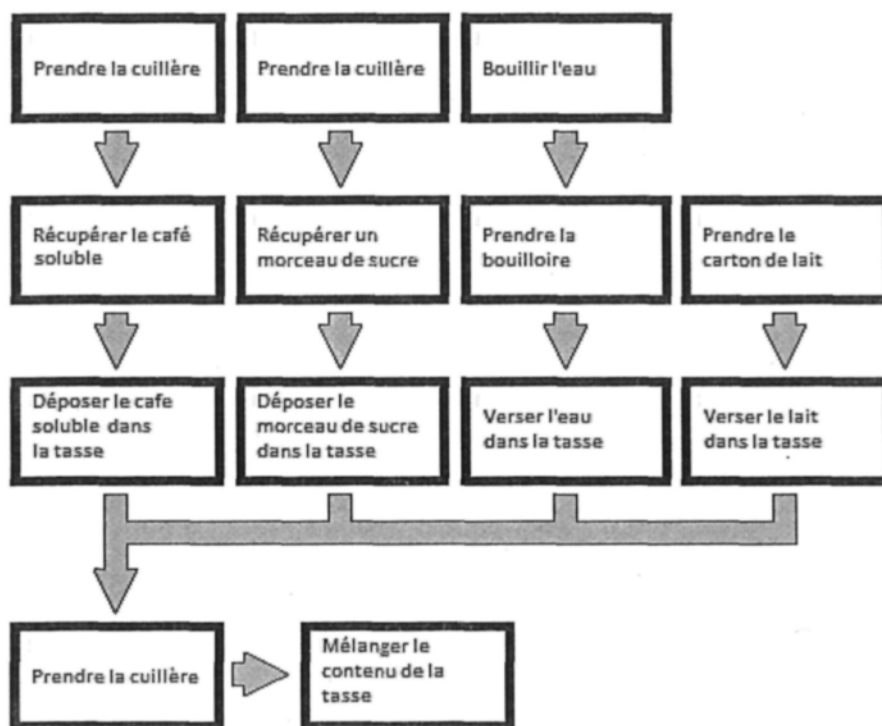


Figure 12 : Séquence des actions du niveau de jeu

Une fois l'ensemble des étapes complétées, la partie se termine.

3.2.3 JEU UTILISÉ

Le jeu utilisé présente l'ensemble des objets nécessaires à la préparation d'une tasse de café sur un comptoir de cuisine afin de créer une ambiance qui soit familière. La figure 13 montre notre environnement virtuel en résultant. Une caméra est placée en angle de façon à bien voir l'ensemble des objets. Nous utilisons une résolution ayant un ratio de 16 : 9.

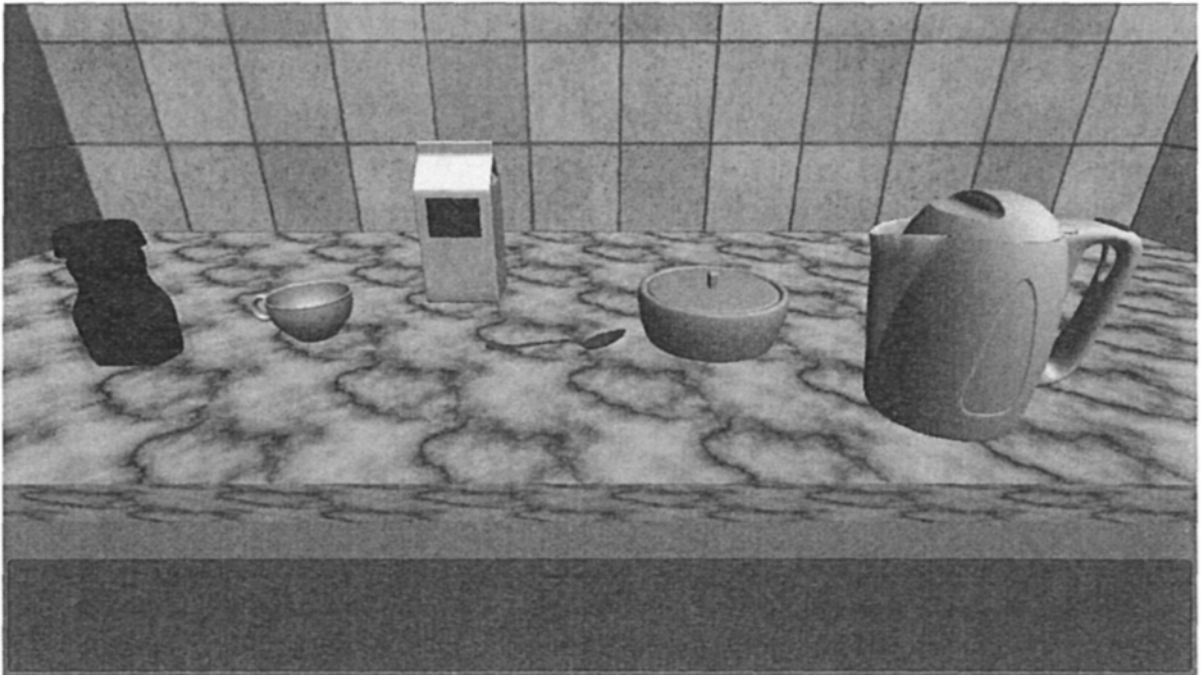


Figure 13 : Scène principale du jeu

Également, le jeu est accompagné d'un ensemble de rétroactions afin de venir en aide au joueur pour qu'il accomplisse sa tâche et comprenne bien les conséquences de ses actions en jeu.

3.2.4 RÉTROACTIONS

Les rétroactions du jeu ont deux buts principaux : indiquer au joueur les conséquences de ses actions et l'informer sur son action en cours et si cette dernière fonctionne ou non. Nous pouvons diviser les rétroactions en deux catégories, soit visuelles ou auditives. Le jeu dispose de plusieurs mécanismes de rétroactions visuelles différents. Ces mécanismes sont le changement d'apparence du curseur, l'animation d'activation, le rapprochement des objets en main, le zoom sur les zones d'interaction, la zone de texte de mise en situation et les différents états de la cuillère, de la bouilloire et de la tasse.

3.2.4.1 CURSEUR

La forme du curseur se déplaçant dans l'écran change selon ses possibilités d'interaction telle que présentée par la figure 14. Si le joueur peut prendre un objet survolé par le curseur, celui-ci prendra la forme d'une main ouverte. Si le joueur tient un objet, le curseur ressemblera plutôt à un poing fermé tenant quelque chose. Finalement, si le joueur n'a aucun objet « en main » et qu'il ne survole pas un objet qu'il peut prendre ou activer avec le curseur, ce dernier aura l'apparence d'une main pointant avec son index.



Figure 14 : Curseur neutre (gauche), en main ouverte (milieu) et fermée (droite)

3.2.4.2 ANIMATION D'ACTIVATION

Lorsque le joueur tente d'interagir avec la bouilloire pour la première fois lors d'une partie, celle-ci s'active pour un délai de quatre secondes afin de faire bouillir l'eau. Pour représenter ce laps de temps, un petit cadran carré rouge (figure 15) apparaît et se remplit de vert sur une période de quatre secondes. Le joueur ne peut interagir à nouveau avec la bouilloire qu'après ce délai. Une fois le cadran rempli, celui-ci disparaît et le joueur peut désormais interagir avec la bouilloire comme avec tous les autres objets de la scène.

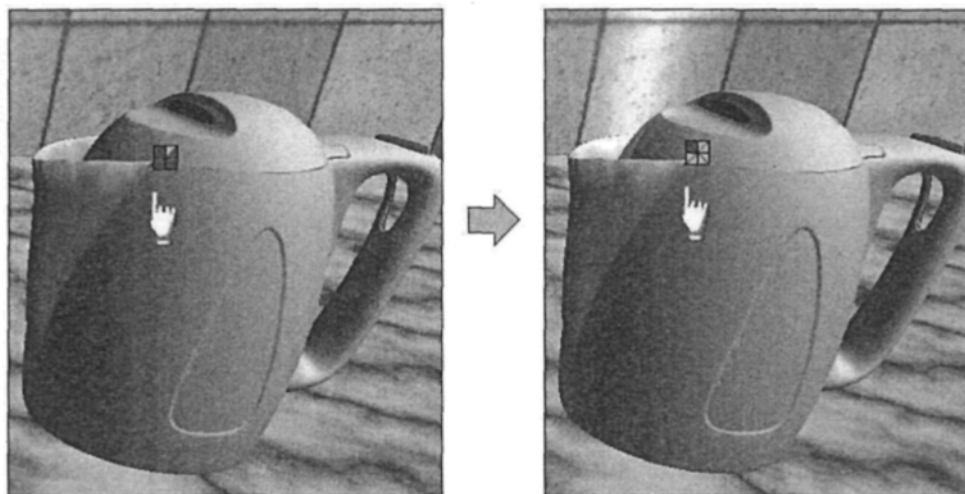


Figure 15 : Activation de la bouilloire

3.2.4.3 RAPPROCHEMENT DES OBJETS MANIPULÉS

Lorsqu'un joueur tente d'interagir avec un objet sur le comptoir qui n'a pas besoin d'être activé et qu'il ne tient pas déjà un autre, il prend l'objet en main tel que montré à la figure 16. Cette action a pour effet visuel de rapprocher l'objet de la caméra. De plus, il

suivra désormais le curseur jusqu'à ce que le joueur le fasse interagir avec un autre objet de la scène ou bien le replace.

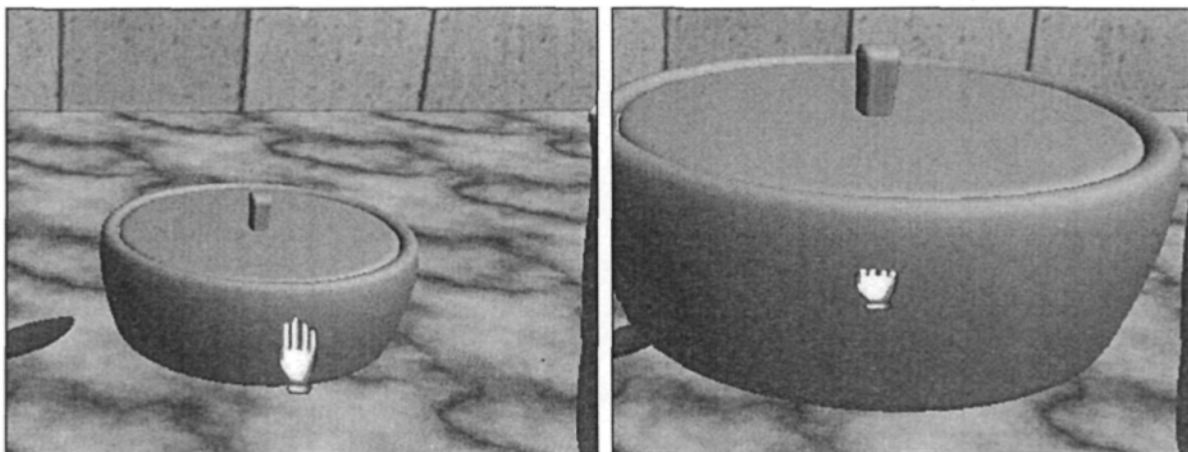


Figure 16 : Objet avant (gauche) et après (droite) être pris

3.2.4.4 ZOOM SUR LES ZONES D'INTERACTION

Lorsque le joueur déclenche une interaction entre deux objets, la caméra se rapproche de la zone où se déroule cette dernière afin de bien voir les gestes effectués. Par exemple, si un joueur prend la cuillère et tente de la faire interagir avec le pot de sucre, la caméra s'approchera du pot de sucre pour bien voir la cuillère qui en récupère un morceau, tel que montré par la figure 17.



Figure 17 : Zoom sur l'action de prendre du sucre avec la cuillère

Une fois l'interaction terminée entre les deux objets, la caméra prend du recul et retrouve sa position initiale qui survole l'ensemble de la scène de jeu.

3.2.4.5 TEXTE DE SUPPORT

La zone au bas de l'écran sert à bien afficher du texte clair donnant des informations circonstanciées au joueur afin de l'aider à comprendre les événements qu'il déclenche. Par exemple, si le joueur clique sur la cuillère, les mots « Vous prenez la cuillère. Elle est vide. » apparaîtront dans la boîte de texte (figure 18).

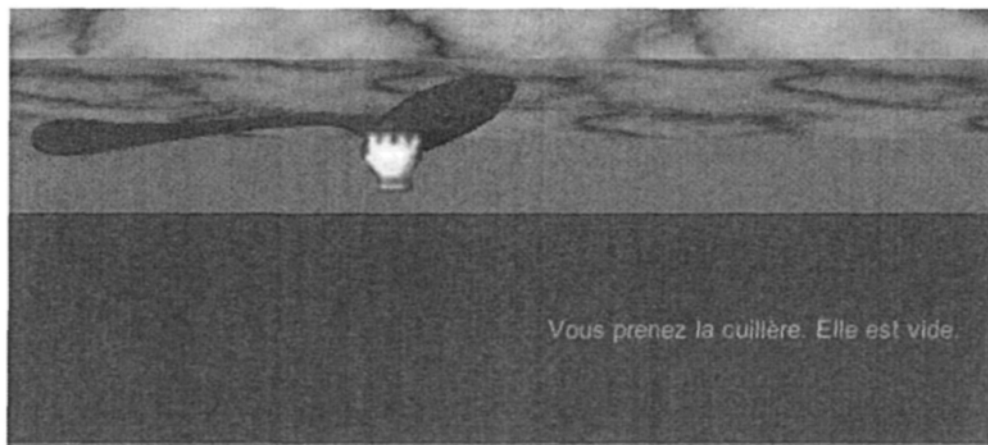


Figure 18 : Message contextuel lorsqu'un joueur prend la cuillère

Le tableau 5 ci-dessous donne la liste de tous les textes compris dans le jeu et des évènements qui les poussent à s'afficher.

Action	Texte
Prendre la cuillère	Vous prenez la cuillère. Elle est vide.
Prendre la tasse	Vous prenez la tasse.
Prendre le pot de café soluble	Vous prenez le pot de café soluble.
Prendre le pot de sucre	Vous prenez le pot de sucre.
Prendre le lait	Vous prenez le lait.
Prendre la bouilloire	Vous prenez la bouilloire.
Déposer la cuillère (vide)	Vous déposez la cuillère.
Déposer la cuillère (contenant du café soluble)	Vous jetez le café soluble contenu dans la cuillère et déposez la cuillère vide.
Déposer la cuillère (contenant du sucre)	Vous jetez le sucre contenu dans la cuillère et déposez la cuillère vide.
Déposer la tasse	Vous déposez la tasse.
Déposer le pot de café soluble	Vous déposez le pot de café soluble.
Déposer le pot de sucre	Vous déposez le pot de sucre.
Déposer le lait	Vous déposez le lait.
Déposer la bouilloire	Vous déposez la bouilloire.
Tenter d'interagir avec un objet inadéquat (cuillère en main - peu importe le contenu)	On ne doit pas utiliser la cuillère avec cet objet!
Tenter d'interagir avec un objet inadéquat (pot de café soluble en main)	On ne doit pas utiliser le café soluble avec cet objet!
Tenter d'interagir avec un objet inadéquat	On ne doit pas utiliser le pot de sucre avec cet

(pot de sucre en main)	objet!
Tenter d'interagir avec un objet (tasse en main)	On n'utilise pas directement la tasse avec cet objet...
Tenter d'interagir avec un objet inadéquat (bouilloire en main)	On ne doit pas utiliser la bouilloire avec cet objet!
Tenter d'interagir avec un objet inadéquat (lait en main)	On ne peut pas verser le lait dans cet objet!
Tenter d'interagir avec la tasse (pot de café soluble en main)	On n'ajoute pas directement le café soluble dans la tasse depuis le pot à café...
Tenter d'interagir avec la tasse (pot de sucre en main)	On n'ajoute pas directement le sucre dans la tasse depuis le pot de sucre...
Interagir avec la bouilloire (première fois)	Vous avez allumé la bouilloire. L'eau commence à bouillir.
La bouilloire termine de bouillir l'eau	La bouilloire s'est arrêtée. L'eau est désormais bouillante.
Interagir avec le pot de sucre (cuillère en main)	Vous pouvez récupérer le sucre avec la cuillère.
Compléter l'interaction entre le pot de sucre et la cuillère	Il y a désormais du sucre dans le creux de la cuillère
Interagir avec le pot de café soluble (cuillère en main)	Vous pouvez récupérer le café soluble avec la cuillère.
Compléter l'interaction entre le pot de café soluble et la cuillère	Il y a désormais du café soluble dans le creux de la cuillère
Interagir avec la tasse (cuillère en main contenant du café soluble)	Vous pouvez déposer le café soluble dans la tasse.
Compléter l'interaction entre la cuillère contenant du café soluble et la tasse	Le café soluble a été ajouté à la tasse.
Interagir avec la tasse (cuillère en main contenant du sucre)	Vous pouvez déposer le sucre dans la tasse.
Compléter l'interaction entre la cuillère contenant du sucre et la tasse	Le sucre a été ajouté à la tasse.
Interagir avec la tasse (lait en main)	Vous pouvez verser le lait dans la tasse.
Compléter l'interaction entre le lait et la tasse	Du lait a été ajouté dans la tasse.
Interagir avec la tasse (bouilloire en main)	Vous pouvez verser l'eau chaude dans la tasse.
Compléter l'interaction entre la bouilloire et la tasse	L'eau chaude a été versée dans la tasse.
Interagir avec la tasse après avoir tout ajouté dedans (cuillère en main)	Vous avez bien préparé le café!
Interagir avec la tasse avant d'avoir tout ajouté dedans (cuillère en main)	Vous mélangez le contenu de la tasse avec la cuillère, mais il semble manquer quelque chose...

Tableau 5 : Messages affichés dans la boîte de texte

3.2.4.6 ÉTATS DES MODÈLES

Il arrive que l'apparence de certains objets change au fur et à mesure que la partie progresse. Ces changements d'état reflètent une évolution dans la préparation du café. Par exemple, la bouilloire possède une apparence normale en début de partie, puis se met à émettre de la vapeur lorsqu'elle est activée (figure 15). La cuillère, quant à elle, peut-être vide, contenir un cube de sucre ou bien encore des grains de café (représentant le café soluble) (figure 19).

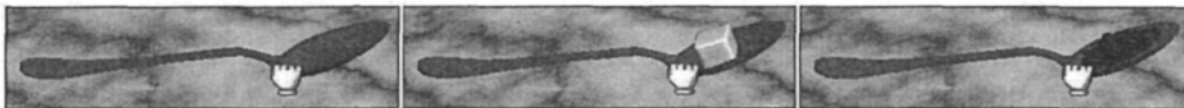


Figure 19 : États de la cuillère

Finalement, la tasse peut contenir n'importe quelle combinaison des éléments pouvant y être ajoutés (figure 20), soit de l'eau chaude, un morceau de sucre, des grains de café représentant le café soluble et du lait. Une légère brume s'élève également de la tasse lorsqu'on y ajoute l'eau chaude.

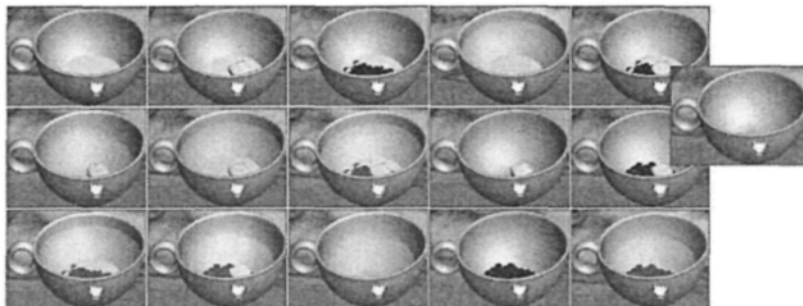


Figure 20 : États de la tasse

3.2.4.7 EFFETS SONORES

Les rétroactions auditives sont importantes pour bien appuyer les autres et sont sous forme d'effets sonores joués lorsque certaines actions sont effectuées. Nous avons choisi des sons familiers afin de préserver l'aspect écologique de notre jeu. Le tableau 6 présente la liste complète des effets sonores utilisés dans le jeu selon l'évènement qui les déclenche.

Évènement	Effet sonore
Prendre un objet en main	Son de bref frottement sur un comptoir
Déposer un objet sur le comptoir	Son lourd de contact avec un comptoir
Récupérer le sucre ou bien le café avec la cuillère	Son de frottement granuleux
Le couvercle du pot de sucre se soulève	Son de bref contact entre deux morceaux de céramique
Le couvercle du pot de sucre est déposé sur le pot	Son de bref contact entre deux morceaux de céramique
Déposer le café soluble dans la tasse	Son de graines tombant dans un contenant en céramique
Déposer le sucre dans la tasse	Son d'un petit morceau solide tombant dans un contenant creux
Bouilloire activée	Son typique d'une bouilloire lorsque l'eau atteint son point d'ébullition
Lait versé dans la tasse	Son de liquide qui tombe dans un contenant
Eau chaude versée dans la tasse	Son de liquide qui remplit un petit contenant

Tableau 6 : Liste des sons présents dans le jeu

3.2.5 RECONNAISSANCE DE GESTES

Pour vérifier les effets d'une interface tangible permettant la reconnaissance de mouvements dans notre jeu, nous avons choisi d'utiliser la télécommande Wii de Nintendo. Il s'agit d'un dispositif peu coûteux, léger, capable de reconnaissance de gestes [41] et qui semble adéquat pour l'utilisation auprès de personnes âgées [27] [25]. Nous avons également décidé d'utiliser une barre de détection USB simulant l'effet de la « Sensor

Bar » de la console Wii pour permettre à la télécommande de mieux situer son orientation frontale. De même, nous avons utilisé une extension « WiiMotion Plus » avec la télécommande pour lui permettre de se positionner selon 6 degrés de liberté sur de courtes périodes de temps [50] dans l'optique d'en améliorer la précision de la reconnaissance de mouvements. Enfin, nous avons utilisé une antenne Bluetooth USB BTD-300 de Kinivo pour permettre à notre ordinateur de se connecter à la télécommande via Bluetooth. Cette antenne Bluetooth est indiquée par [50] comme étant compatible avec la télécommande Wii sous Windows 7. La figure 21 montre l'ensemble du matériel spécialisé utilisé pour ce volet de notre projet.

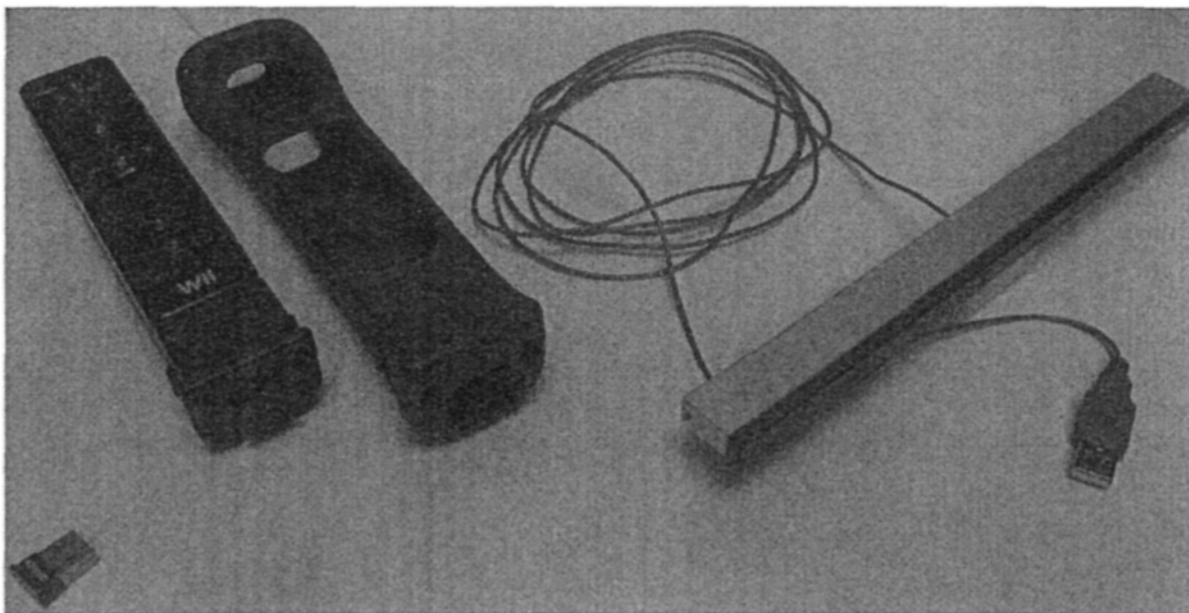


Figure 21 : Matériel utilisé : Antenne Bluetooth BTD-300 de Kinivo, Télécommande Wii avec extension Wii Motion Plus et « Sensor Bar » USB générique

Nous verrons dans cette section le moteur de reconnaissance de mouvements utilisé, les problèmes rencontrés en tentant de l'implémenter à notre projet ainsi que la solution que

nous avons trouvée en utilisant GlovePIE. Finalement, nous verrons comment la reconnaissance de gestes s'intègre dans notre système de jeu.

3.2.5.1 WIIGEE

WiiGee est un moteur de type logiciel libre en Java mis au point par Schlömer et al. [41] permettant la reconnaissance de gestes à l'aide d'accéléromètres. Il a été développé pour permettre d'établir et de reconnaître des gestes effectués à l'aide d'une télécommande Wii dans un logiciel. Le fonctionnement du moteur est simple. Tout d'abord, il faut que le moteur puisse se connecter à une télécommande Wii. De ce fait, le logiciel utilisant le moteur doit être relié à un API Java gérant les protocoles Bluetooth respectant le standard JSR-82. Par la suite, il faut entraîner le moteur à reconnaître un geste en particulier en le reproduisant à plusieurs reprises. Schlömer et al. [41] recommandent d'effectuer chaque geste à reconnaître 10 à 15 fois lors de l'entraînement. Après, il faut reproduire l'entraînement pour chaque geste que le moteur doit reconnaître pour l'expérience. Ensuite, il faut établir quels seront les contrôles qui déclencheront la reconnaissance de gestes. Il faut qu'un déclencheur indique le début d'un geste à reconnaître, puis sa fin. Finalement, il faut traiter le résultat obtenu selon les besoins de notre logiciel.

3.2.5.2 PROBLÈMES RENCONTRÉS

Un problème rencontré lors du développement du système de reconnaissance de gestes fut de bien établir la connexion Bluetooth entre notre télécommande Wii et notre ordinateur sur lequel était développé notre prototype. Par défaut, WiiGee doit effectuer lui-même cette connexion afin d'être le récepteur des messages Bluetooth envoyés par la

télécommande Wii. Ces messages que la télécommande envoie par Bluetooth sont appelés des rapports. Cependant, le langage Java ne supporte pas les fonctionnalités entourant l'usage de la technologie Bluetooth sans l'aide d'un API à cet effet. WiiGee a été développé dans l'optique d'une utilisation avec un tel API respectant le standard JSR-82 adopté par le comité exécutif de J2ME en 2000. Une API recommandée par les créateurs de WiiGee est BlueCove, un API gratuit de type logiciel libre. Il est important de noter que, même si BlueCove est fonctionnel avec WiiGee, il ne respecte pas entièrement le standard JSR-82. Au bout de quelques tests de connexion, nous avons remarqué que WiiGee était incapable de se connecter à la télécommande Wii. Nous avons recherché la cause du problème et avons conclu que le problème provenait du besoin d'utiliser le profil de communication Bluetooth L2CAP pour établir la connexion recherchée.

Lorsqu'une antenne Bluetooth USB est attachée à un ordinateur sous Windows 7, le système d'exploitation y associe automatiquement sa pile, le logiciel implémentant l'ensemble des protocoles et profils supportés. Cette dernière ne supporte pas le profil L2CAP. Lorsque les pilotes de notre antenne ont été installés, ils ont ajouté des extensions à la pile de Microsoft pour qu'elle supporte des profils supplémentaires. Les pilotes de notre antenne BT-D-300 permettent entre autres l'utilisation du profil L2CAP. Le véritable problème se produit alors au cœur de BlueCove. L'API doit établir avec quelle pile Bluetooth il interagit afin de ne pas produire de comportements fautifs. Puisque la pile de base utilisée par le système d'exploitation est celle de Microsoft, l'API déclenche une erreur puisque cette dernière n'est pas censée utiliser le profil L2CAP. Pour contourner le problème, nous avons décidé d'exploiter un logiciel capable de se connecter à la

télécommande Wii sur notre système. Nous verrons dans la section suivante comment nous avons utilisé GlovePIE pour interfacer les contrôles de notre télécommande Wii en plus de résoudre ce problème.

3.2.5.3 GLOVEPIE

GlovePIE est un logiciel permettant d'interfacer divers contrôleurs comme s'il s'agissait d'un périphérique d'un ordinateur classique comme un clavier ou bien une souris. Il est également capable d'utiliser une télécommande Wii sous Windows 7 dans la mesure où cette dernière est connectée à l'ordinateur comme n'importe quel autre périphérique Bluetooth, ce qui est possible tant que l'antenne Bluetooth utilisée et sa pile supportent le profil de communication L2CAP. Dans notre projet, ce logiciel nous permet d'interfacer nos contrôles, de positionner le curseur à l'écran à l'aide de la caméra de la télécommande Wii et de contourner notre problème de connexion entre cette dernière et notre programme utilisant le moteur de reconnaissance de mouvements.

Le logiciel interagissant directement avec l'ordinateur indépendamment de notre jeu, GlovePIE, permet de rapidement développer un jeu utilisant la télécommande Wii en interprétant les comportements de ses boutons comme s'ils étaient ceux d'une souris d'ordinateur, ce qui évite de gérer l'ensemble de la complexité des communications Bluetooth pour effectuer des actions simples. Par exemple, dans le script GlovePIE que nous avons mis au point, le bouton «+» de la télécommande Wii est interprété par l'ordinateur comme un clic gauche de souris.

GlovePIE permet également d'interpréter les données de la caméra infrarouge de la télécommande Wii pour positionner le curseur à l'écran. Nous avons établi l'algorithme 1 pour calculer cette position.

Algorithme de positionnement du curseur

LCam = Largeur de la résolution de la camera IR
 HCam = Hauteur de la résolution de la camera IR
 DotXn = Coordonnée en "n" d'un point "X" détecté par la camera à l'aide d'une "sensor bar"
 LScreen = Largeur de la résolution de l'écran d'affichage
 HScreen = Hauteur de la résolution de l'écran d'affichage

Répéter pour chaque rafraichissement de la télécommande Wii

$X = LScreen - \text{Arrondir}((\text{Moyenne}(\text{Dot1x}, \text{Dot2x}) / LCam) * LScreen)$

$Y = \text{Arrondir}((\text{Moyenne}(\text{Dot1y}, \text{Dot2y}) / HCam) * HScreen)$

Position du curseur en x = Moyenne des 10 derniers X

Position du curseur en y = Moyenne des 10 derniers Y

Jusqu'à la fermeture du programme

Algorithme 1 : Position du curseur à l'écran avec une télécommande Wii

L'objectif pour l'algorithme 1 était d'établir une méthode pour afficher le curseur de façon intuitive à l'endroit où la télécommande Wii pointe sur l'écran. Il est possible de déterminer cette position à l'aide du roulis, du tangage et du lacet du contrôleur. Cependant, cette approche donne un comportement qui ne demeure intuitif qu'à une distance donnée du moniteur. Nous avons donc favorisé l'utilisation d'une « sensor bar » dont les points lumineux sont détectés par la télécommande et lui permettent de se situer dans l'espace. La

saisie de deux de ces points captés par la caméra IR permet d'établir une position fixe sous la résolution de cette dernière. Ensuite, cette position est mise à l'échelle de la résolution de l'affichage du moniteur pour obtenir l'endroit où pointe la télécommande à l'écran. Enfin, une moyenne des dernières coordonnées obtenues est calculée pour positionner le curseur. Cette dernière permet de réduire le tremblement du curseur à l'écran. En effet, il n'est pas rare que les mains des utilisateurs qui tiennent la télécommande Wii tremblent très légèrement lorsqu'ils tentent de tenir le contrôleur en place en pointant dans une direction.

En plus de nous permettre d'interfacer les boutons de la télécommande Wii et de positionner notre curseur, GlovePIE dispose de la capacité d'envoyer et de recevoir des messages utilisant le protocole Open Sound Control (OSC). Cette caractéristique nous permet de contourner le problème de connexion entre la télécommande Wii et notre programme utilisant le moteur de reconnaissance de gestes WiiGee. Nous avons ajouté à notre script GlovePIE des lignes afin d'envoyer les rapports de la télécommande Wii via des messages OSC à l'adresse locale sur le port 12001. Les rapports les plus importants que nous recevons de la télécommande sont les rapports 0x21 et 0x37. Le premier rapport, 0x27, effectue une lecture de la mémoire et du registre de la télécommande. Il nous permet d'acquérir l'information de calibration de base de l'appareil. Cette information est essentielle au bon fonctionnement de l'extension « Wii Motion Plus ». Le rapport 0x37, quant à lui, est l'un des multiples rapports que peut fournir la télécommande sur son état. Ces rapports sont généralement constitués d'une chaîne de 23 octets contenant différentes informations tel l'état des boutons, des accéléromètres, de la détection infrarouge et des extensions connectées au contrôleur. Le rapport 0x37 prend la forme suivante [50]:

(a1) 37 BB BB AA AA AA II II II II II II II II EE EE EE EE EE

Où BB représente les octets contenant les informations pour les boutons, AA celles des accéléromètres, II de la caméra IR et finalement EE des extensions de la télécommande. Dans notre programme de reconnaissance de gestes, nous avons modifié WiiGee afin qu'il écoute les messages OSC locaux reçus via le port 12001 au lieu d'utiliser une connexion Bluetooth. Nous avons également établi la vitesse de rafraichissement de GlovePIE à 100 Hz afin qu'elle soit identique au taux normal d'échange d'information classique entre une télécommande Wii et sa console d'origine. Nous simulons ainsi une communication avec le contrôleur permettant à WiiGee de bien fonctionner. Nous verrons maintenant comment fonctionne l'ensemble de notre système de jeu incluant la reconnaissance de gestes.

3.2.5.4 IMPLÉMENTATION DES GESTES

Le système de jeu final incluant la reconnaissance de mouvement contient trois composantes principales. La première est le jeu sérieux lui-même. La version supportant la reconnaissance de gestes écoute les messages OSC sur le port 12002 afin de vérifier quel geste le joueur effectue à l'aide de la télécommande Wii. La seconde composante du système de jeu est notre programme Java appelé WiiMotion. WiiMotion est une petite application implémentant notre version modifiée de WiiGee qui fonctionne à l'aide de rapports de télécommande Wii reçus par message OSC sur le port 12001. Le programme possède une interface très simple permettant d'entraîner des gestes ainsi que de sauvegarder ou bien de charger en mémoire les gestes entraînés à l'aide de WiiGee (figure 22).

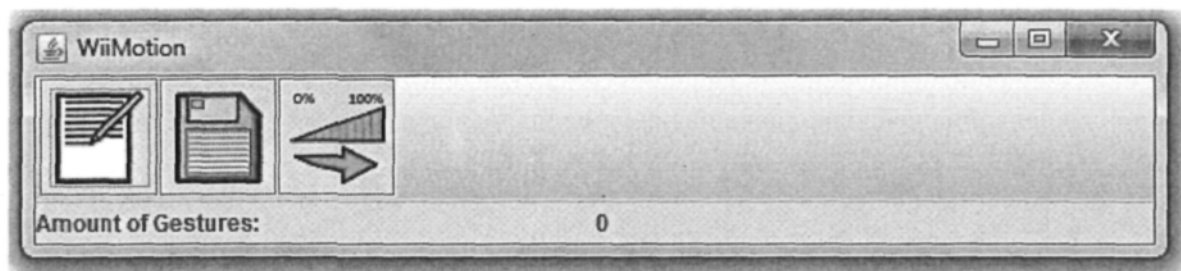


Figure 22 : Interface de WiiMotion

Lorsqu'un joueur termine un geste donné, WiiMotion envoie l'identifiant du geste reconnu par message OSC local envoyé sur le port 12002. La dernière composante importante du système est l'application GlovePIE qui interface certains boutons de la télécommande Wii comme des clics de souris pour l'ordinateur et qui calcule la position du curseur à l'écran selon l'orientation du contrôleur. Les interactions entre ses composantes prennent la forme présentée à la figure 23.

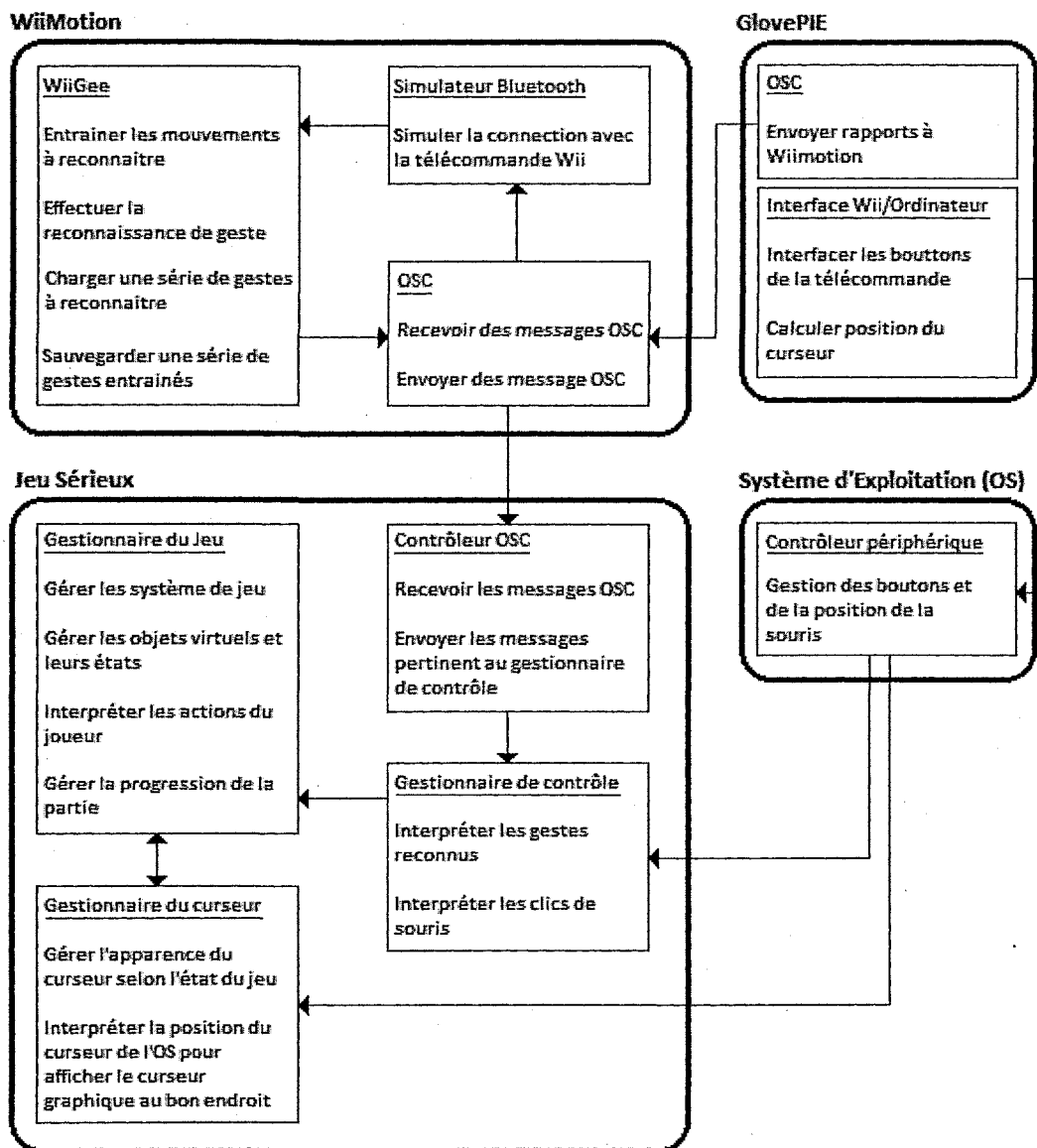


Figure 23 : Composantes du système de jeu avec reconnaissance de geste

Pour que ce système fonctionne, il faut l'entraîner avec les gestes que nous souhaitons utiliser dans le cadre du jeu. Nous en avons choisi 3 : « récupérer avec une cuillère », « déverser le contenu d'une cuillère » ainsi que « verser ». Un quatrième geste,

soit « mélanger le contenu d'une tasse avec une cuillère » a été considéré, mais nous avons choisi de ne pas l'implémenter afin d'éviter des blessures au niveau du poignet puisque son exécution avec une télécommande Wii nous semblait peu naturelle vu la prise en main du contrôleur.

Le mouvement pour le geste « récupérer avec une cuillère » est présenté à la figure 24. Ce mouvement est utilisé au moment de récupérer du café soluble et du sucre à l'aide de la cuillère.

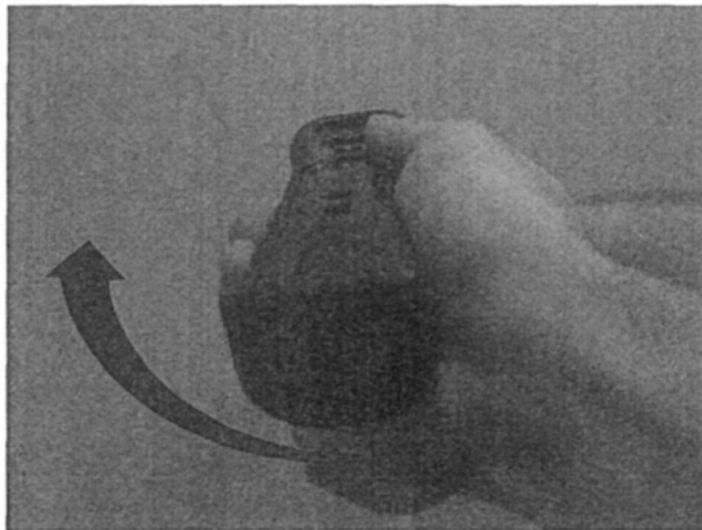


Figure 24 : Geste de « récupérer avec une cuillère »

Le mouvement pour le geste « déverser le contenu d'une cuillère » est présenté à la figure 25. Ce mouvement est utilisé au moment de déposer le café soluble ou bien le sucre contenu dans la cuillère à l'intérieur de la tasse à café.

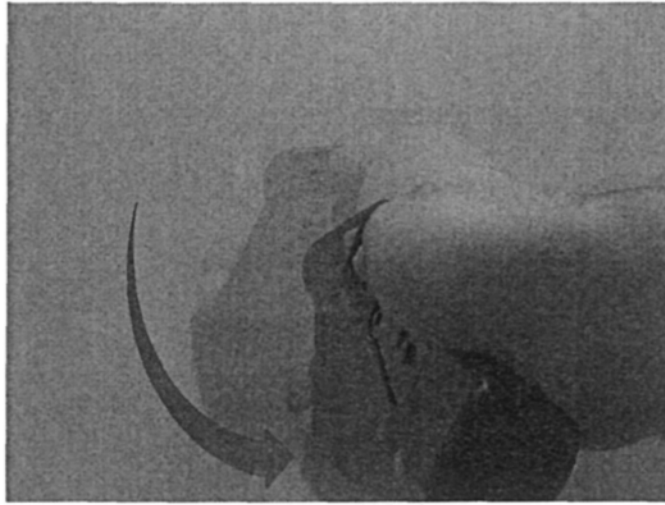


Figure 25 : Geste de « déverser le contenu d'une cuillère »

Enfin, le mouvement pour reconnaître le geste « verser » est présenté à la figure 26. Ce mouvement est utilisé au moment de verser l'eau chaude dans la tasse à café depuis la bouilloire et à celui de verser le lait dans cette même tasse depuis son carton.

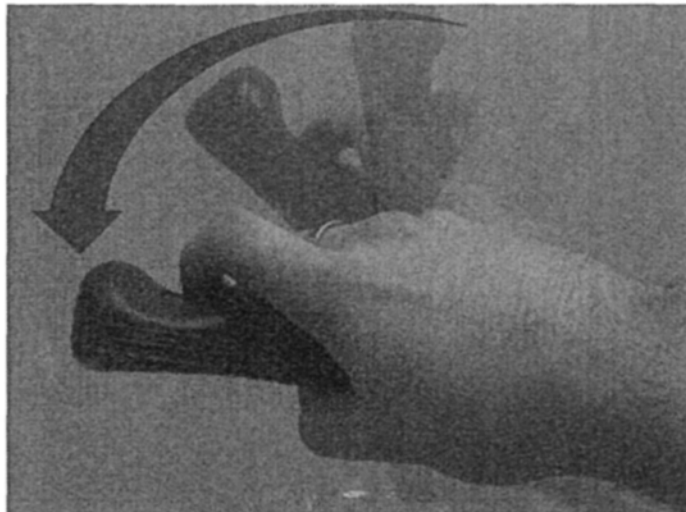


Figure 26 : Geste de « verser »

Chaque geste a été entraîné à l'aide de 25 échantillons. Certains échantillons incluait de légères variations du geste d'origine afin de créer une marge d'erreur dans la reconnaissance servant à compenser les différentes façons d'effectuer le geste que chaque individu pourrait avoir. Par exemple, le geste de « verser » a été entraîné pour être également reconnu si un joueur relève la télécommande après avoir effectué le geste de base, mais avant d'arrêter le système pour qu'il tente d'identifier son geste. Les deux autres gestes incluait quant à eux des échantillons représentant différents mouvements qui ressemblent au mouvement de base.

Pour que WiiMotion reconnaisse un de ces mouvements, il faut d'abord appuyer sur le bouton « B » de la télécommande Wii, puis effectuer le geste désiré en le maintenant enfoncé. Dès que le geste est terminé, il faut relâcher le bouton « B ». WiiMotion tente alors d'identifier le geste effectué, puis envoie un identifiant par un message OSC local sur le port 12002. L'identifiant est envoyé en fonction du geste reconnu selon le tableau 7 ci-dessous.

Geste reconnu	Identifiant
Déverser avec une cuillère	0
Récupérer avec une cuillère	1
Verser	2
Début d'une action à reconnaître...	99
Aucune action reconnue	9

Tableau 7 : Identifiants envoyés par WiiMotion

Le jeu reçoit ensuite ces messages OSC et réagit en conséquence. Par exemple, lorsque le geste adéquat est reconnu lors de la récupération du sucre avec la cuillère,

l'animation représentant cette action se produit pour ensuite retourner à la scène principale du jeu et poursuivre la partie.

3.2.6 SCHÉMA DE CONTRÔLE

Nous avons développé deux méthodes d'interactions avec le jeu décrit ci-dessus. La première utilise une interface tangible permettant la reconnaissance de gestes (télécommande Wii). Pour sa part, la seconde méthode est basée sur l'utilisation d'un périphérique de contrôle d'ordinateur classique (Souris d'ordinateur). Le tableau 8 présente les deux schémas de contrôle.

Action/Méthode d'interaction	Télécommande Wii	Souris d'ordinateur
Déplacer le curseur	Orienter la télécommande vers la position souhaitée à l'écran	Déplacer la souris sur une surface plane
Sélectionner un objet/interagir avec un objet	Positionner le curseur sur l'objet, puis appuyer sur le bouton "+"	Positionner le curseur sur l'objet, puis appuyer sur le bouton gauche de la souris
Récupérer le sucre/café avec la cuillère	Maintenir le bouton "B" enfoncé, effectuer le geste de "récupérer avec une cuillère", puis relâcher le bouton.	Appuyer sur le bouton gauche de la souris
Déposer le sucre/café dans la tasse	Maintenir le bouton "B" enfoncé, effectuer le geste de "déverser le contenu d'une cuillère", puis relâcher le bouton.	Appuyer sur le bouton gauche de la souris
Verser le lait/l'eau chaude dans la tasse	Maintenir le bouton "B" enfoncé, effectuer le geste de "verser", puis relâcher le bouton.	Appuyer sur le bouton gauche de la souris
Revenir à la scène principale après une interaction	S'effectue automatiquement	Appuyer sur le bouton gauche de la souris

Tableau 8 : Schémas de contrôle

3.3 CONCLUSION

Dans ce chapitre, nous avons présenté des lignes directrices pour mettre au point un jeu sérieux adapté aux besoins de personnes souffrant de déclin cognitif, notamment les individus atteints de la maladie d'Alzheimer. Nous avons ensuite positionné notre projet par rapport à celles-ci. De plus, nous avons présenté notre implémentation d'un jeu sérieux en trois dimensions suivant ces lignes directrices et comportant deux méthodes d'interaction : une première utilisant une télécommande Wii et la reconnaissance de trois

gestes écologiques ainsi qu'une seconde utilisant pour sa part une souris d'ordinateur comme interface tangible pour pouvoir récolter des données de référence.

Dans le chapitre suivant, nous présenterons notre protocole expérimental ainsi que nos résultats.

CHAPITRE 4

EXPÉRIENCE ET RÉSULTATS

4.1 INTRODUCTION

Dans les chapitres précédents, nous avons survolé l'utilisation des jeux sérieux dans le domaine médical et nous avons constaté l'importance que semblent y jouer l'immersion et l'utilisation d'interfaces utilisant la reconnaissance de gestes écologiques. Suite à cela, nous avons proposé de vérifier l'impact d'une interface permettant la reconnaissance de gestes écologiques sur l'immersion dans un jeu sérieux pour aider au maintien des facultés cognitives chez les individus atteints de la maladie d'Alzheimer. À cet effet, nous avons mis au point deux modes d'interactions pour un prototype de jeu 3D respectant des critères établis pour ce genre de jeu sérieux. Le premier mode d'interaction repose sur l'utilisation d'une télécommande Wii reconnaissant des gestes écologiques alors que la seconde utilise une souris. Dans ce chapitre, nous détaillerons l'expérimentation que nous avons menée dans le but d'évaluer l'impact de la méthode d'interaction sur l'immersion des joueurs. Pour y arriver, nous présenterons les caractéristiques de nos participants, la description de notre expérience ainsi que les résultats que nous avons obtenus.

4.2 PARTICIPANTS

Au total, 40 individus ont pris part à notre expérience. La figure 27 montre la répartition de nos participants par leur identité de genre. 11 des 40 participants, soit 27,5%,

étaient des femmes et tout le reste des hommes. Par méthode d'interaction, il y a eu 6 participantes utilisant la souris d'ordinateur et 5 dans le cas de la télécommande Wii.

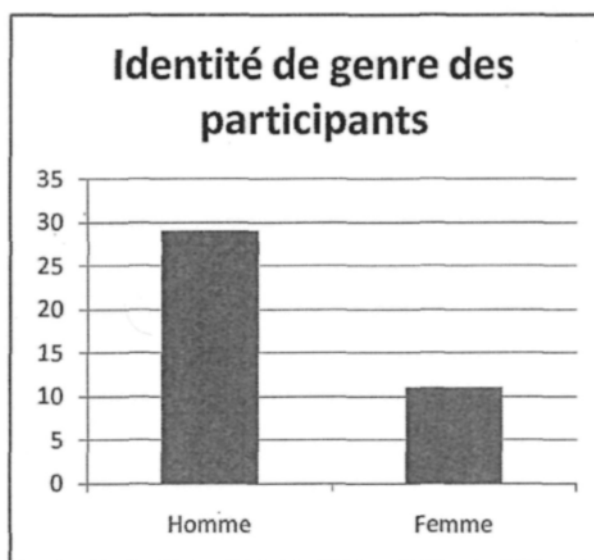


Figure 27 : Répartition des participants par état de genre

La figure 28 présente la répartition de nos participants par groupe d'âge. Les participants étaient tous des individus en santé âgés de 19 et 43 ans et ayant en moyenne aux alentours de 24 ans avec un écart moyen de 3,16 années et un écart type de 5,38 ans.

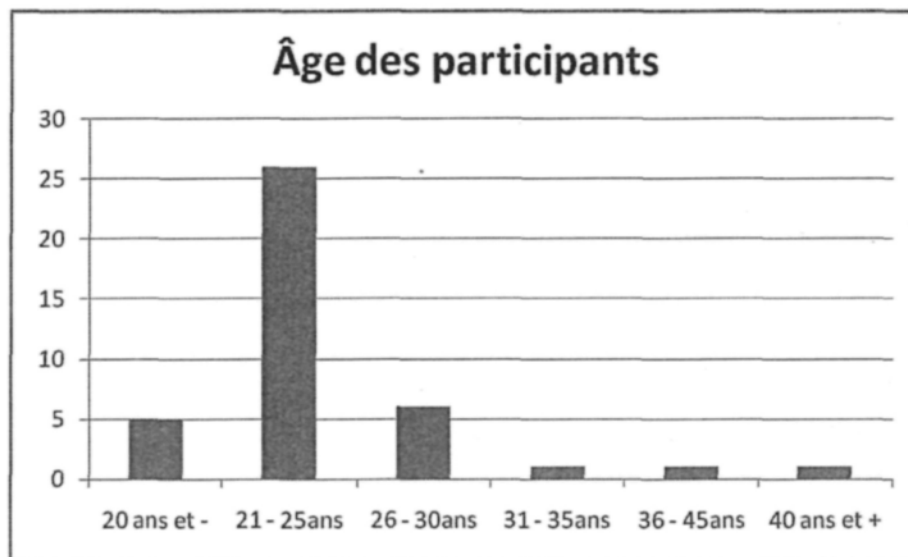


Figure 28 : Répartition des participants par groupe d'âge

La figure 29 présente quant à elle la proportion de nos participants dont l'occupation était d'être étudiant ou étudiante à l'Université au Québec à Chicoutimi (UQAC) au moment de faire un de nos tests. Au total, 75% de nos participants étaient des étudiants.

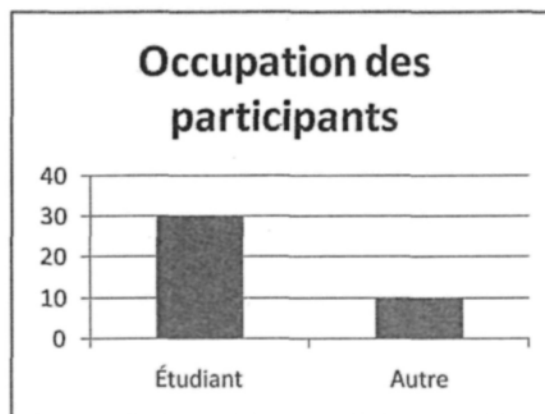


Figure 29 : Proportion d'étudiants ayant participé à l'expérience

Puisqu'il était possible que certains participants soient plus habitués à manipuler des jeux vidéo et que cela aurait pu avoir un impact sur nos résultats, nous avons vérifié avec eux leur niveau de contact avec ceux-ci. La figure 30 montre le nombre de participants dans chacun des niveaux de contact établis pour les tests de chaque méthode d'interaction ainsi qu'au total.

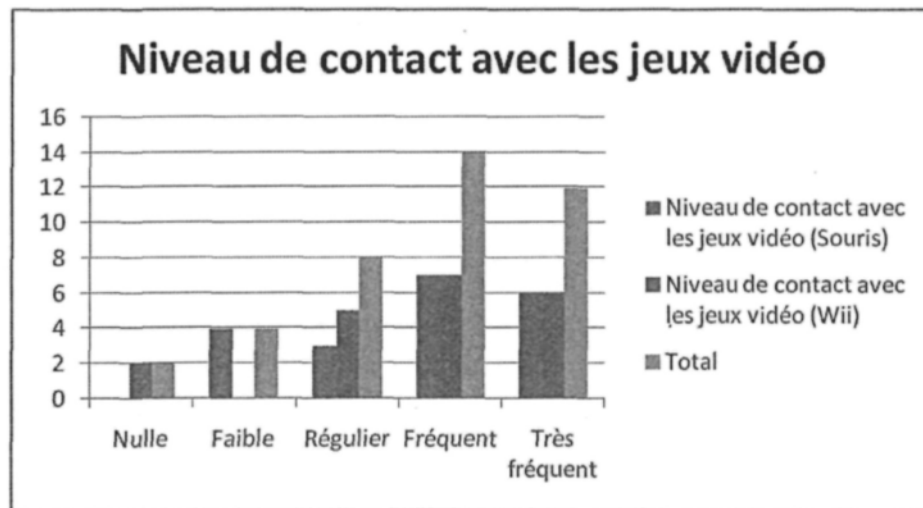


Figure 30 : Niveau de contact des participants avec les jeux vidéo

Pour les participants ayant testé le mode d'interaction du prototype utilisant la télécommande Wii ainsi que la reconnaissance de gestes écologiques, nous avons vérifié de façon semblable leur niveau d'expérience avec la console Wii de Nintendo. La figure 31 présente les résultats obtenus.

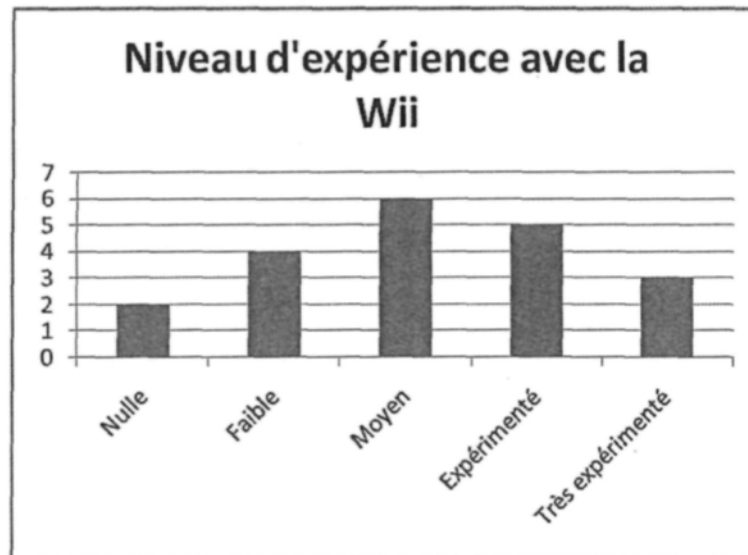


Figure 31 : Niveau d'expérience des participants pairs avec la Wii de Nintendo

4.3 EXPÉRIENCE

Nous avons conduit en décembre 2013 une expérience utilisant le jeu développé afin de déterminer si l'implémentation d'une interface tangible utilisant la reconnaissance de gestes écologiques dans un tel jeu augmente le sentiment d'immersion créé chez le joueur. Nous verrons dans cette section les détails de notre installation, de notre système de registre ainsi que de notre protocole expérimental.

4.3.1 MATÉRIEL

Le jeu sérieux a été testé à l'aide d'un ordinateur équipé d'un processeur Intel Xeon E31235 de 3.20 GHz, d'une carte graphique NVIDIA Quadro 400, d'un disque SSD et de 16 Go de mémoire vive. La machine était reliée à un moniteur Lenovo ThinkVision LT2252p de 21 pouces ayant un taux de rafraîchissement de 60 Hz et une résolution

optimale de 1680 par 1050 pixels. Le système d'exploitation installé sur l'appareil était Windows 7 (x86) SP1 version entreprise. Pour pouvoir jouer en utilisant la seconde méthode d'interaction du prototype, soit celle qui n'utilise pas la reconnaissance de gestes écologiques, les participants ont utilisé une souris générique de Dell.

Pour pouvoir utiliser la première méthode d'interaction du jeu développé au chapitre 3 employant la télécommande Wii, une antenne Bluetooth et une « sensor bar » ont également été branchées au reste du système. L'antenne utilisée est une antenne USB Bluetooth 3.0 BTD-300 de Kinivo utilisant un jeu de puces BCM2070 de Broadcom alors que la « sensor bar » est un modèle USB générique utilisant six indicateurs lumineux. Celle-ci était installée sous l'écran de l'ordinateur à l'aide de papier autocollant. Pour faciliter l'utilisation de la télécommande Wii lors du contrôle du curseur à l'écran, les participants étaient installés à environ 1,5 mètre de la « sensor bar ». La figure 32 à la page suivante montre un individu utilisant le système complet dans notre laboratoire.

La télécommande Wii utilisée est un modèle RVL(M)-2. Ce modèle n'inclut pas nativement la technologie « Motion Plus ». Pour supporter cette technologie, un bloc d'extension « Wii Motion Plus » a été attaché à la télécommande. Comme nous avons établi toutes les composantes de notre installation, nous pourrions désormais voir la façon de récolter des données sur l'évolution d'un joueur à l'intérieur du jeu lors d'une partie.

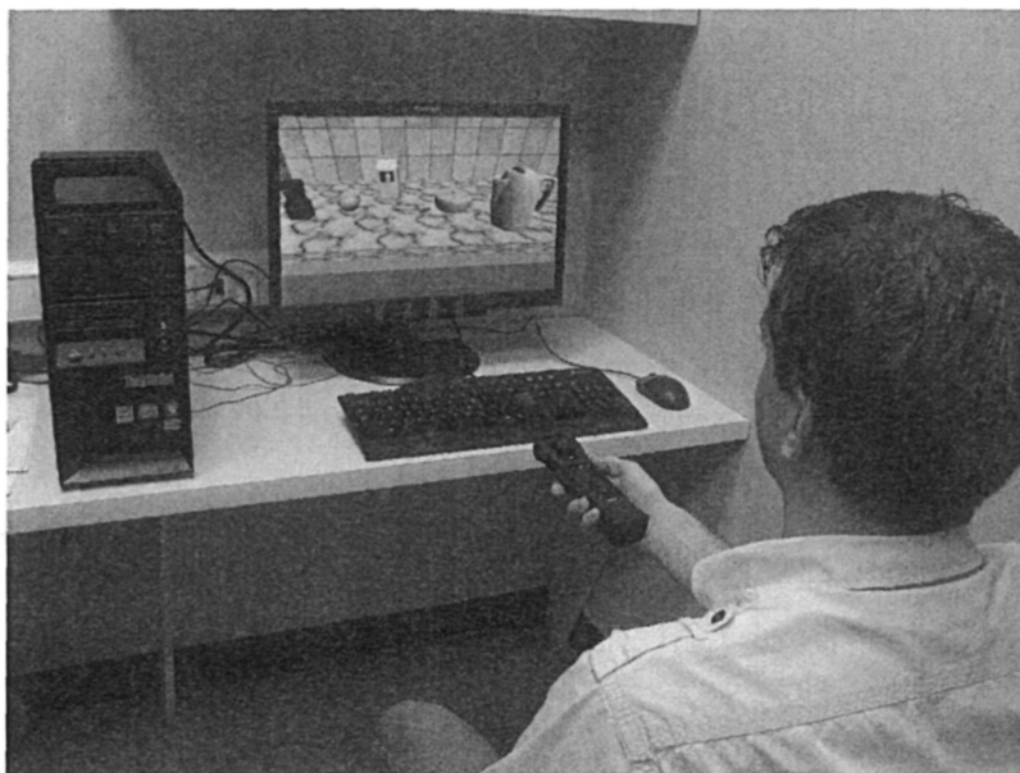


Figure 32 : Représentation du montage et d'un participant utilisant une télécommande Wii pour la reconnaissance de gestes écologiques

4.3.2 SYSTÈME DE RÉCOLTE AUTOMATIQUE DE DONNÉES

Pour obtenir des informations sur le déroulement d'une partie pour chaque participant utilisant notre prototype, nous avons muni notre jeu d'un système permettant de tracer l'historique d'un joueur et de l'enregistrer dans un fichier texte pour être consulté ultérieurement. Ces fichiers contiennent chaque action effectuée par le joueur durant sa partie, le temps qui s'est écoulé entre chaque action ainsi que la durée totale de la partie. Dans le cas de la méthode d'interaction utilisant une télécommande Wii et la reconnaissance de gestes écologiques, le système enregistre également chaque mouvement qu'il a « reconnu » et indique si le geste était adéquat dans le contexte du jeu au moment où

il a été effectué. Cette information nous permet d'établir les gestes à effectuer pour lesquels les joueurs pourraient avoir plus de difficulté. Nous allons désormais présenter le protocole expérimental que nous avons mis en place pour assurer que chaque test soit fait sous les mêmes conditions.

4.3.3 PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL

L'objectif de notre expérience était de récolter des données sur le sentiment de présence créé chez des participants par notre prototype de jeu selon la méthode d'interaction utilisée. Cela afin de vérifier si l'utilisation d'une interface tangible appliquant la reconnaissance de gestes écologiques dans le contexte d'un jeu sérieux adapté pour des individus souffrant de faiblesses cognitives améliore l'effet d'immersion causé par ce dernier. Le test se déroule en trois étapes supervisées par un évaluateur.

Durant la première étape, le participant est invité à s'asseoir à une table avec l'évaluateur afin de se faire présenter le laboratoire LIARA. L'évaluateur explique ensuite en quoi consiste l'expérience. Pour éviter de fausser la perception du participant, aucune information n'est révélée concernant la possibilité de jouer de deux méthodes d'interaction ou l'objectif final de l'expérience. Le superviseur profite de l'échange pour demander au participant ses informations personnelles qui sont pertinentes à la collecte de données. Le superviseur prend ensuite ces informations en note sur une fiche d'identification (Annexe 1) qu'il numérote d'un identifiant unique au participant. Les informations alors recueillies sont le nom du participant, son âge, son identité de genre, son métier courant et son niveau de contact avec les jeux vidéo selon une échelle établie. Si le numéro du participant est pair,

on le questionne également sur son niveau d'expérience avec la console Wii de Nintendo. Le résultat est ensuite noté sur la fiche d'identification selon une échelle prédéfinie. Le test passe ensuite à la deuxième étape.

Pour commencer la deuxième étape, le superviseur explique au participant qu'il doit lui préparer « une tasse de café soluble contenant un sucre et un lait ». Ensuite, il amène le participant à l'ordinateur où il doit compléter le jeu sérieux et lui explique les contrôles. Lorsque les participants doivent utiliser la télécommande Wii, le superviseur effectue d'abord une séance de pratique des gestes à effectuer afin de s'assurer que le participant comprend le fonctionnement du système de reconnaissance de gestes. Le participant doit faire trois tentatives de reconnaissance pour chaque geste et en réussir au moins une. Durant cette pratique, l'évaluateur remplit la seconde partie des fiches d'identification avec les informations requises. Il indique notamment le nombre d'essais réussis sur trois, la durée de l'apprentissage pour chaque geste et la durée totale de la pratique. Ensuite, l'évaluateur laisse le participant tenter de compléter le jeu en n'intervenant pas et en ne répondant à aucune question sauf s'il se retrouve dans l'impasse dans la progression du jeu depuis au moins 2 minutes. L'évaluateur est autorisé à intervenir pour déboguer le jeu si nécessaire et peut prendre en note les commentaires des participants durant la partie. Une fois le jeu complété, on passe à la troisième étape.

À l'étape finale du test, les joueurs sont invités à remplir un questionnaire après l'expérience. Deux questionnaires ont été conçus : un pour la souris et l'autre pour la télécommande Wii (Annexe 2 et 3 respectivement). Les 31 premières questions des

questionnaires portent sur la présence et ont été établies par Jennett et al. [23] afin de procurer un indice d'immersion d'un jeu. Les autres questions servent à évaluer le niveau de difficulté d'utilisation de l'interface tangible utilisé par le participant. Durant que celui-ci remplit son questionnaire, l'évaluateur doit prendre en note sur sa fiche d'identification le nom du fichier de registre généré pour le participant en question. Une fois le questionnaire complété, l'évaluateur prend en note la durée totale du test et la date sur la fiche d'identification avant de récupérer le questionnaire. Il explique ensuite au participant l'objectif de la recherche et lui révèle l'existence du second prototype de jeu. Il lui explique également qu'il ne doit pas parler du contenu de l'expérience à quiconque pour la période des tests pour ne pas fausser les résultats. Finalement, il remercie le participant pour sa présence et sa participation.

Maintenant que nous avons détaillé notre expérience, nous sommes prêts à présenter les résultats obtenus.

4.4 RÉSULTATS

Pour notre expérience, nous avons effectué 40 tests à l'aide de notre prototype sur une période de 12 jours durant le mois de décembre 2013. De ce nombre, 20 tests ont été effectués à l'aide de la méthode d'interaction fonctionnant avec la souris d'ordinateur et 20 autres ont été pareillement complétés avec celle utilisant la télécommande Wii comme interface tangible employant la reconnaissance de gestes écologiques. Tous les participants sont parvenus à compléter le jeu en préparant une tasse de café tel que demandé. Dans cette

section, nous présenterons les données recueillies grâce à ces tests ainsi qu'une analyse de ces dernières.

4.4.1 DONNÉES RECUEILLIES

Plusieurs données ont été recueillies durant nos tests. Elles entourent la perception que les participants ont eue des méthodes d'interaction, l'indice d'immersion du jeu sérieux, la précision de la reconnaissance des gestes écologiques dans notre système et la durée des tests eux-mêmes. Finalement, les notes prises par l'évaluateur nous ont permis de récolter des informations pertinentes sur les comportements des participants durant leur séance de jeu.

4.4.1.1 DIFFICULTÉ DES CONTRÔLES

Nous avons vérifié si les participants trouvaient difficile de réaliser et de mémoriser les actions qui leur étaient demandées. Cela inclut les gestes à reconnaître dans le cas des participants pairs. Le sujet était apporté aux participants dans les questions 32 et 33 de leur questionnaire (Annexe B et C). Ils pouvaient répondre par un chiffre de 1 à 5 où 1 ne représente aucune difficulté et 5 représente une très grande difficulté. La figure 33 ci-dessous montre la répartition des résultats obtenus selon l'interface utilisée pour ces deux questions.

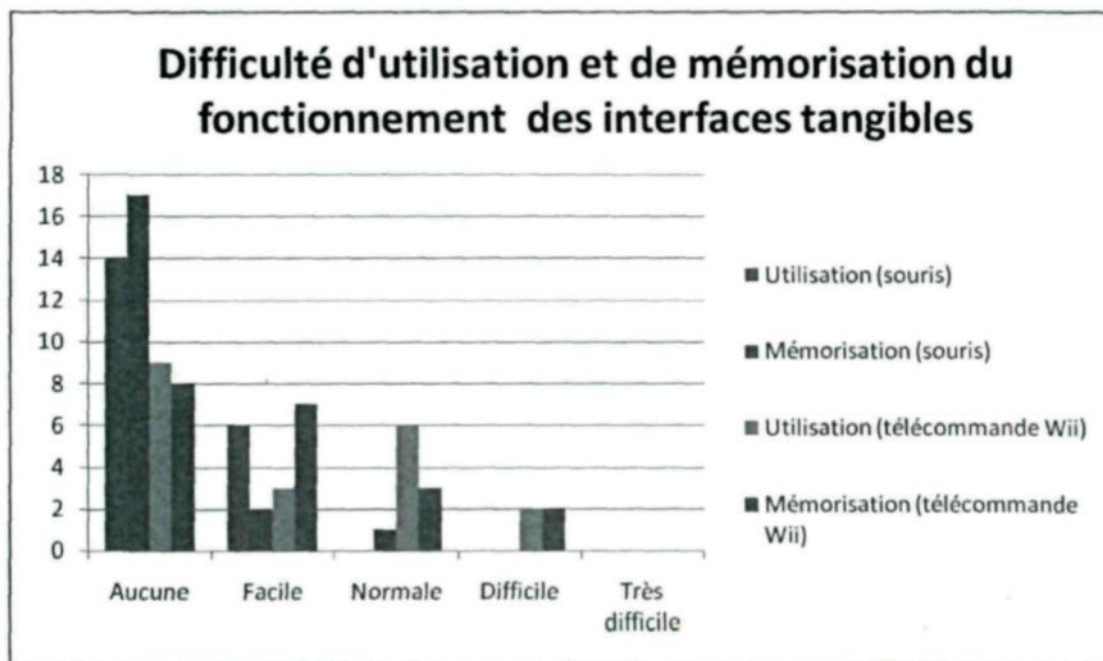


Figure 33 : répartition de la perception du niveau de difficulté d'utilisation et de mémorisation du fonctionnement des interfaces tangibles du jeu selon les participants

4.4.1.2 INDICES D'IMMERSION

En compilant les résultats du questionnaire sur la présence, nous avons obtenu un indice d'immersion pour le jeu selon la perception que chaque participant a eue de son expérience. Cet indice peut varier entre 0 et 100. La figure 34 montre les résultats obtenus pour l'ensemble des participants selon la méthode d'interaction utilisée.

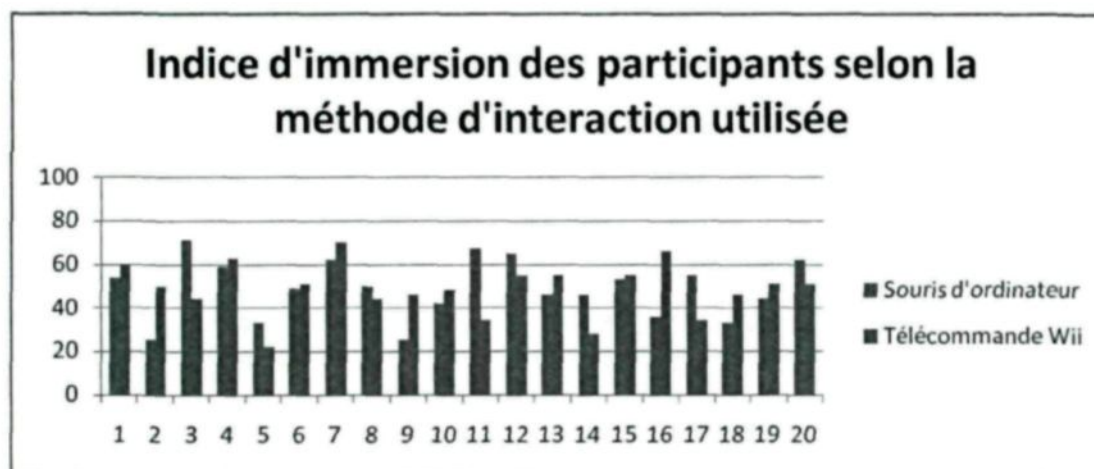


Figure 34 : Indice d'immersion des participants selon la méthode d'interaction utilisée

Les indices obtenus pour les 20 participants ayant utilisé la souris d'ordinateur vont de 25 à 71 et leur moyenne est de 48,85. Les indices obtenus pour les 20 autres participants ayant employé la télécommande Wii vont de 22 à 70 et leur moyenne est de 48,65.

4.4.1.3 PRÉCISION DES GESTES

En regardant de plus près les fichiers générés par notre système de registre, nous avons pu vérifier la capacité de notre prototype à reconnaître les gestes écologiques des participants. Nous avons considéré que la capacité du système pour chaque situation où un participant devait effectuer un geste écologique était égale au pourcentage donné par la formule suivante :

$$\text{Précision} = \frac{1}{x} * 100$$

Où x est égal au nombre de tentative de reconnaissance d'un geste effectué avant que le bon geste soit reconnu. Cette évaluation est pessimiste au sens où elle considère que le joueur a effectué le bon mouvement à chaque fois qu'il demandait au système de jeu de reconnaître son geste. Dans un parcours normal du jeu, un joueur doit effectuer 2 fois chaque geste écologique. Il doit récupérer le sucre, déverser le sucre, récupérer le café soluble, déverser le café soluble, verser l'eau chaude et verser le lait. Le niveau de précision du système pour un individu est donc égal à la moyenne du niveau de précision pour ces 6 actions. Le tableau 9 présente le niveau de précision du système pour ces actions pour chaque participant pair. Les niveaux de précision des individus ont été arrondis au pourcentage le plus près pour des raisons de lisibilité. Ce changement modifie le degré de précision global du système de moins de 0,009% et n'influence donc pas les résultats de façon significative. En moyenne, notre prototype arrivait à reconnaître les bons gestes dans au moins 84% des cas.

Participant/ Action	Récupérer (Café)	Récupérer (Sucre)	Déverser (Café)	Déverser (Sucre)	Verser (Lait)	Verser (Eau)	Précision (%)
2	0,125	0,5	1	1	1	1	77
4	1	0,125	1	1	0,25	0,5	65
6	1	0,5	0,33	1	0,25	0,33	57
8	1	0,33	1	0,5	1	1	81
10	1	1	1	1	1	0,5	92
12	1	0,5	1	1	1	1	92
14	1	1	1	1	0,33	0,25	76
16	1	1	1	1	0,33	0,5	81
18	0,5	1	1	1	1	1	92
20	0,25	1	1	1	1	1	88
22	0,5	1	1	1	1	1	92
24	0,5	1	1	1	1	1	92
26	1	1	1	1	0,5	0,33	81
28	0,5	1	1	1	1	1	92
30	0,5	0,33	1	1	1	0,33	69
32	0,5	1	1	1	1	1	92
34	0,09	1	1	1	1	1	85
36	1	1	1	1	0,5	1	92
38	1	1	1	1	1	1	100
40	1	1	1	1	1	0,33	89
Moyenne	72,32%	81,43%	96,65%	97,50%	80,80%	75,35%	84
	Récupérer = 76,88%		Déverser = 97,07%		Verser = 78,08%		

Tableau 9 : Niveau de précision du système pour reconnaître les gestes écologiques effectués par les participants

4.4.1.4 DONNÉES TEMPORELLES

Les données temporelles inscrites sur les fiches d'identification nous indiquent que les participants ont pris en moyenne 15 minutes et 12 secondes pour compléter l'ensemble du test. Pour les participants impairs, la durée des tests était environ de 8 à 23 minutes pour une moyenne de 12 minutes. La durée du test a été un peu plus longue pour les participants pairs qui ont pris environ de 13 à 23 minutes pour compléter le leur avec une moyenne de 18 minutes. La figure 35 montre la comparaison entre la durée moyenne des tests des 20 participants ayant utilisé la version du prototype avec la souris d'ordinateur et celle des 20

participants ayant utilisé la version avec la télécommande Wii et la reconnaissance de gestes écologiques.

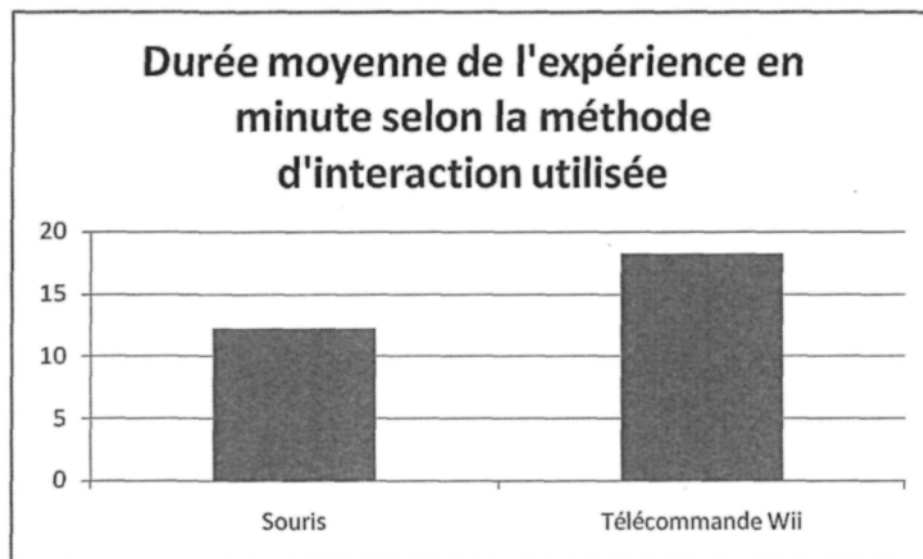


Figure 35 : Durée moyenne des tests des 20 participants ayant joué au jeu avec la souris relativement aux 20 ayant utilisé la télécommande Wii

Le temps que les participants impairs ont passé à compléter le jeu sérieux était en moyenne de 2 minutes et 19 secondes. Le temps moyen des participants pairs est de 3 minutes et 26 secondes. De plus, ils ont passé en moyenne 1 minute et 37 secondes à pratiquer les gestes écologiques avec la télécommande Wii avant de démarrer leur partie.

4.4.1.5 NOTES DE L'ÉVALUATEUR

En compilant les notes de l'évaluateur, nous avons été en mesure d'obtenir d'autres informations concernant l'expérience des participants ainsi que nos prototypes. Les points les plus évidents notés par l'évaluateur sont les suivants :

- 24 participants (60%) ont tenté d'utiliser le pot de café ou le contenant de sucre directement sur la tasse sans utiliser la cuillère.
- 18 participants (45%) ne boivent pas de café ou bien n'avaient jamais préparé de café soluble auparavant.
- 13 participants (32,5%) ont eu de la difficulté à prendre les objets ou bien interagir avec à l'intérieur du jeu.
- 11 participants (27,5%) ont tenté de retirer les couvercles des contenants avant de les utiliser, soit une action qui n'est pas possible/prévue dans la séquence de jeu.
- 10 participants (25%) ont eu de la difficulté à manipuler la télécommande Wii.
- 9 participants (22,5%) auraient souhaité préparer leur café d'une façon qui n'est pas supporté par le jeu, notamment en mélangeant le contenu de la tasse au fur et à mesure qu'elle est préparée, etc.
- 5 participants (12,5%) ont indiqué que le texte contextuel était trop petit le rendant très difficile à lire.
- 3 participants (7,5%) ont cherché comment activer la bouilloire sans être certain.
- 2 participants (5%) pensaient qu'il leur serait possible de déplacer les objets dynamiquement dans la scène. Par exemple, replacer la bouilloire à côté de la tasse plutôt qu'à l'extrémité droite du comptoir.
- 1 participant (2,5%) n'a pas reconnu le pot de café.
- Les participants 23 et 35 ont rencontré des bogues de collision durant leur partie.

- Le participant 21 était gaucher alors que l'ensemble du jeu était mis au point pour des individus droitiers. Ce participant a de plus été diagnostiqué comme souffrant d'ADHD (trouble de l'attention).

Maintenant que nous avons présenté l'ensemble de nos données recueillies, nous allons procéder à une analyse.

4.4.2 ANALYSE

Le but de cette section sera de présenter une analyse des données recueillies et d'en discuter la signification. La première chose que nous pouvons constater est que l'indice d'immersion pour les deux versions du jeu est quasi identique, soit 48,85 et 48,65. La figure 36 montre la moyenne des indices sur leur résultat possible allant de 0 à 100.

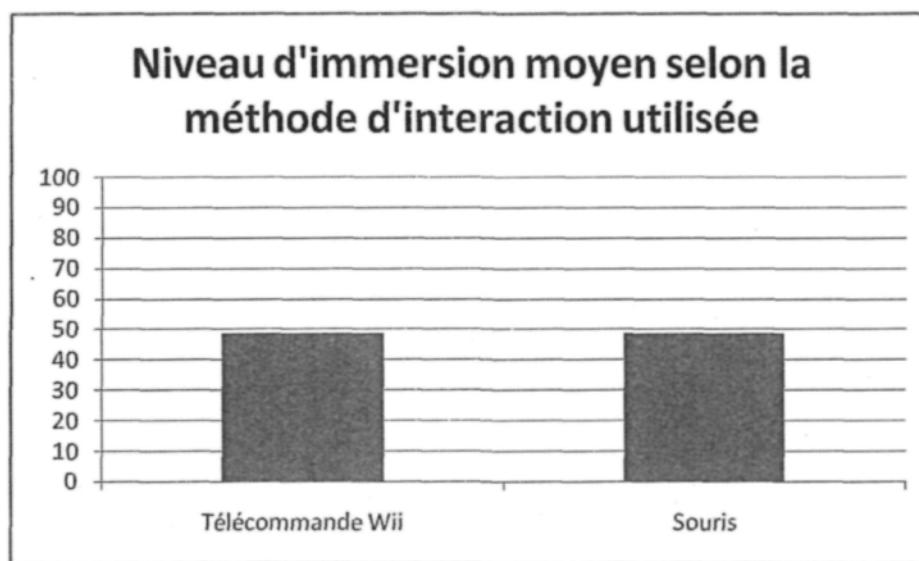


Figure 36 : Indice d'immersion moyen selon la méthode d'interaction utilisée lors des tests

Il n'est pas possible de conclure avec ces résultats que l'ajout d'un contrôleur permettant la reconnaissance de gestes écologiques dans un jeu sérieux développé pour aider au maintien des capacités cognitives des individus atteints de la maladie d'Alzheimer augmente l'immersion de ce dernier. Cependant, les données recueillies par l'observateur lors des tests et la durée moyenne des tests nous portent à croire que les participants étaient plus performants en utilisant la souris. Il est donc probable que les résultats soient différents si nous effectuons les mêmes tests avec des personnes âgées qui sont généralement moins à l'aise avec la manipulation d'une souris d'ordinateur et pour qui le jeu a été conçu. Toutefois, cette première expérience était nécessaire afin de valider la jouabilité de notre prototype à l'aide de ses deux méthodes d'interaction. Par ailleurs, nous avons entrepris d'analyser les résultats obtenus plus en profondeur pour déterminer s'il pourrait tout de même exister une différence entre l'immersion des deux méthodes d'interaction.

L'immersion est définie par l'effet de présence que le jeu procure chez l'utilisateur [9]. Le questionnaire que nous avons utilisé pour évaluer l'immersion pose 31 questions qui entourent différents aspects de cet effet [23]. Nous avons cherché à vérifier si les contrôleurs de nos deux méthodes d'interaction avaient un impact plus significatif sur certains aspects que d'autres, et ce, en vérifiant la différence moyenne entre les résultats de chaque question du questionnaire. Les données que nous avons obtenues sont présentées dans les tableaux 10.

Question	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Écart moyen	0,1	0,05	0,35	0,15	0,6	0,1	0,65	0,7	0,4	0,05	0,05
Question	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Écart moyen	0,25	0,1	0,1	0,25	0,15	0,5	0,15	0,2	0,2	0,1	0,3
Question	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
Écart moyen	0,4	0,3	0,15	0,25	0,35	0,4	0,45	0,25	0,05		

Tableau 10 : Écarts moyens entre les résultats des questionnaires portant sur les aspects de la présence entre les deux versions du prototype

La différence moyenne dans ce contexte est appliquée à des questions dont le résultat était chiffré de 1 à 5. Comme nous pouvons le constater, les écarts entre les résultats moyens pour chaque question entourant les différents aspects de la présence sont très faibles. Les deux écarts les plus grands, soit ceux des résultats aux questions 7 et 8, sont plus favorables envers la version du jeu utilisant la souris d'ordinateur. Nous pouvons en conclure que l'utilisation d'une interface tangible utilisant la reconnaissance de mouvements dans un jeu sérieux adapté ne procure pas directement un plus grand sentiment de présence qu'une souris d'ordinateur.

Puisque le sentiment de présence est subjectif [44], nous avons également étudié la relation entre les indices d'immersion obtenus et le niveau de contact des participants avec les jeux vidéo, le niveau d'expérience avec la Wii (dans le cas des 20 participants pairs seulement) et l'identité de genre des participants.

4.4.2.1 IMMERSION ET NIVEAU DE CONTACT AVEC LES JEUX VIDÉO

La figure 37 ci-dessous présente les indices d'immersion moyens obtenus en fonction du niveau de contact avec les jeux vidéo de chaque participant et l'interface tangible utilisé lors des tests.

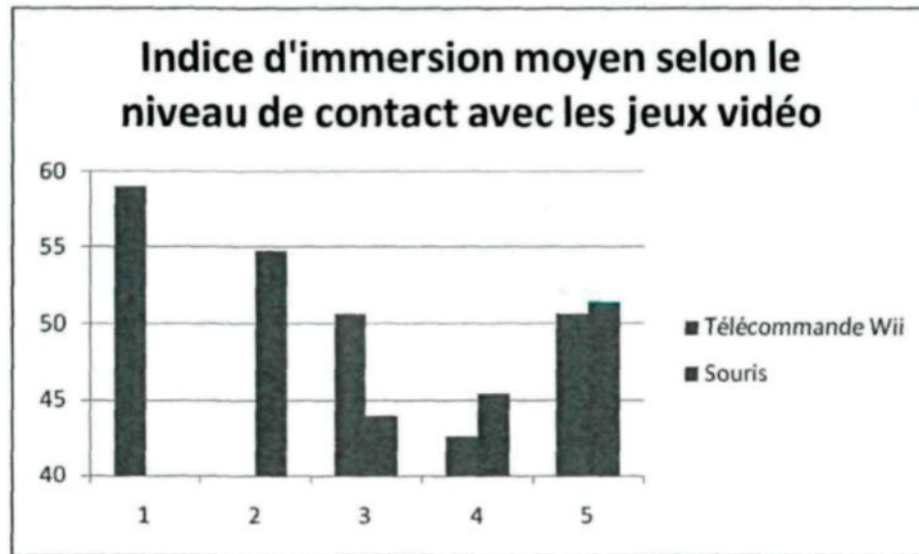


Figure 37 : Indice d'immersion moyen selon le niveau de contact avec les jeux vidéo et l'interface tangible utilisée. Les différents niveaux de contacts varient de 1 (contact nul) à 5 (contact très fréquent)

En observant cette figure, nous avons constaté que l'indice d'immersion moyen est définitivement variable en fonction du niveau de contact qu'avait chaque individu avec les jeux vidéo. Ce résultat semble conforme à ceux produits par des recherches dans le domaine de la cyberthérapie [19] selon lesquelles les joueurs jouant fréquemment aux jeux vidéo sont moins sensibles aux mondes virtuels. Nous pouvons d'ailleurs observer une différence de plus de 5% de variation pour l'indice moyen entre les participants qui ont indiqué un niveau de contact régulier (3) selon s'ils ont utilisé la méthode d'interaction

employant la souris d'ordinateur ou bien la télécommande Wii. Il ne nous est cependant pas possible d'effectuer un constat définitif sur le lien entre ces deux facteurs dû à notre échantillon de test. En effet, tel que montré sur la figure 37, nous ne disposons d'aucun échantillon pour deux catégories de participants. D'une part, aucun des participants impairs, soit ceux ayant utilisé la souris pour jouer au prototype, n'a indiqué un niveau de contact nul (1) avec les jeux vidéo. D'une autre, aucun participant pair, soit les utilisateurs de la télécommande Wii et de la reconnaissance de gestes écologiques, n'a indiqué un niveau de contact faible (2) face au même critère. De plus, même si la différence entre les indices moyens des deux groupes pour les participants ayant indiqué un niveau de contact régulier (3) semble marquante, elle est composée d'un échantillon de participants très petit : 3 participants pairs et 5 participants impairs pour un total de 8 individus. Nous constatons donc qu'il pourrait y avoir un lien entre l'utilisation d'une interface tangible permettant la reconnaissance de gestes écologiques et l'immersion dans un jeu adapté selon le niveau de contact des joueurs avec les jeux vidéo, mais nous ne disposons pas de suffisamment de données avec cette expérience pour le confirmer.

4.4.2.2 IMMERSION ET NIVEAU D'EXPÉRIENCE AVEC LA WII DE NINTENDO

Nous avons également observé de plus près les indices d'immersion obtenus chez les participants ayant utilisé la télécommande Wii et la reconnaissance de mouvements selon leur niveau d'expérience avec la Wii de Nintendo. Nous supposons que des individus moins habitués à manipuler la télécommande Wii pourraient trouver son utilisation difficile et que cela pourrait nuire à leur immersion. La figure 38 nous montre un schéma des

indices d'immersion moyens obtenus en fonction du niveau d'expérience des participants avec la Wii.

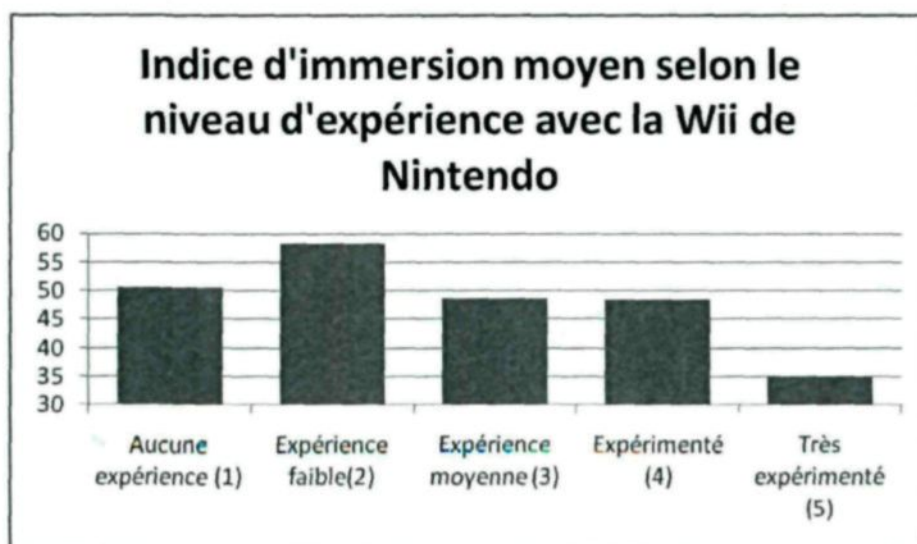


Figure 38 : Indice d'immersion moyen chez les participants ayant utilisé la télécommande Wii en fonction de leur niveau d'expérience avec la Wii de Nintendo

Ces résultats sont obtenus à partir des informations des 20 participants ayant utilisé la télécommande Wii lors des tests. Les sous-groupes pour chaque niveau d'expérience sont composés de 2 à 6 individus. Nous croyons que la différence entre le comportement et l'usage de la manette Wii et son utilisation habituelle dans des jeux commerciaux pourrait expliquer le résultat plus faible pour les individus très expérimentés (5). Il nous semble logique qu'ils aient pu, par exemple, trouver nos méthodes d'interaction moins plaisantes et que cela ait nui à leur expérience de jeu et par conséquent, à leur perception de l'immersion. Nous croyons finalement que les variations perceptibles pour les individus ayant indiqué un niveau d'expérience faible (2) ou très expérimenté (5) peuvent s'expliquer

par la taille faible de notre échantillon. Nous pensons qu'avec un échantillon plus grand, le résultat entre tous les niveaux d'expérience pourrait être stabilisé.

4.4.2.3 IMMERSION ET IDENTITÉ DE GENRE

Pour terminer notre analyse, nous avons décidé de vérifier le lien entre l'indice d'immersion moyen selon l'identité de genre pour chacune des méthodes d'interaction du prototype. Le résultat que nous avons obtenu est représenté à la figure 39 ci-dessous.

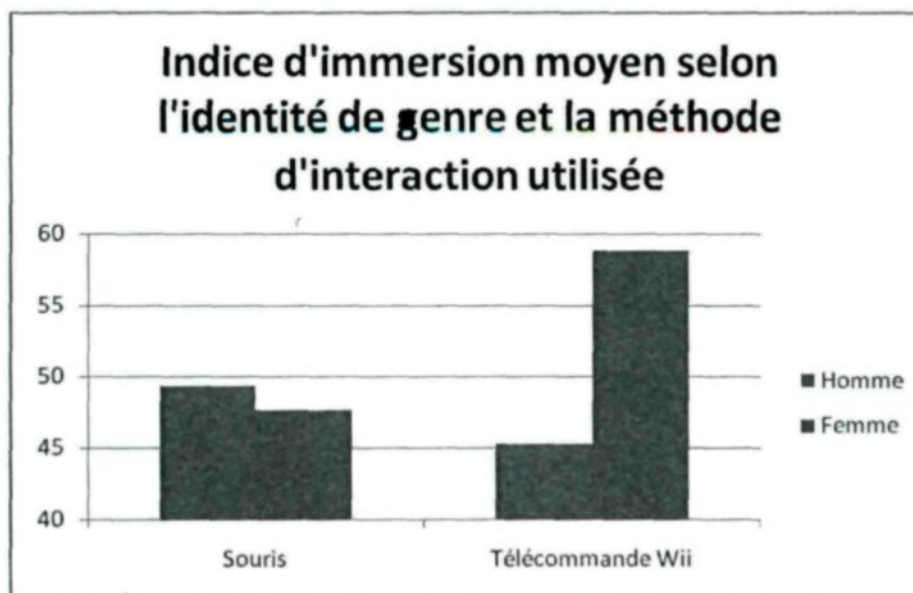


Figure 39 : Indice d'immersion moyen en fonction de l'identité de genre et de la méthode d'interaction utilisée

Ces résultats nous suggèrent que l'utilisation de la télécommande Wii et de la reconnaissance de gestes écologiques augmente le facteur d'immersion de notre jeu d'environ 23% chez les femmes. Nous avons vu précédemment comment les individus ayant un niveau de contact plus faible avec les jeux vidéo tendaient à donner un meilleur

indice d'immersion au jeu. Dans notre cas, les participantes ayant utilisé la télécommande Wii avaient en moyenne un niveau de contact avec les jeux vidéo qui était similaire à celui des autres participantes (3,4 contre 3,33 respectivement). Nous ne pensons donc pas que cette différence puisse s'expliquer par ce facteur. Cependant, il faut prendre note que pour chacune des interfaces, seulement un participant sur quatre était une femme rendant l'échantillon analysé déséquilibré. Malgré tout, nous pensons que cette relation mériterait d'être étudiée plus en profondeur.

4.5 CONCLUSION

Ce chapitre avait pour but de présenter notre approche expérimentale et de présenter l'ensemble de nos résultats. Dans la première partie, nous avons présenté les informations sur la répartition de nos participants ainsi que leur niveau de contact avec les jeux vidéo et d'expérience avec la Wii.

Ensuite, dans la seconde partie du chapitre, nous avons détaillé notre installation et notre système de registre et expliqué notre protocole expérimental utilisé lors de nos tests.

Enfin, dans la troisième partie du chapitre, nous avons présenté l'ensemble des diverses données récoltées au cours de notre expérience en détaillant les informations obtenues sur la difficulté des contrôleurs utilisés, l'efficacité de notre système pour reconnaître les gestes des participants et les informations obtenues grâce à l'évaluateur présent lors des tests. Nous avons ensuite analysé ces données en portant une attention plus

particulière aux indices d'immersion selon différents facteurs comme le niveau de contact avec les jeux vidéo, l'expérience avec la Wii de Nintendo ainsi que l'identité de genre.

Le chapitre suivant conclura notre projet de recherche par en présentant les objectifs réalisés, les limitations de notre projet, les futurs travaux possibles pouvant y être attachés, et finalement, un bilan sur ce travail de recherche.

CHAPITRE 5

CONCLUSION GÉNÉRALE

L'immersion et la reconnaissance de gestes sont deux aspects de l'interactivité qui sont de plus en plus présents dans nos jeux vidéo grâce à l'évolution technologique des dernières années et l'importance grandissante de la RV. Leur présence peut désormais être observée dans plusieurs prototypes de jeu sérieux adaptés au domaine médical [10] [14] [17]. La principale intention de la recherche présentée dans ce mémoire était la suivante : étudier l'effet de l'ajout d'une interface tangible utilisant la reconnaissance de gestes écologiques sur l'immersion à l'intérieur d'un jeu sérieux adapté pour des individus atteints de la maladie d'Alzheimer. Dans le chapitre 2, nous avons passé en revue plusieurs jeux sérieux du domaine médical implémentant diverses technologies de reconnaissance de gestes. Nous avons également présenté plusieurs autres jeux sérieux profitant de ces mêmes technologies pour améliorer leur immersion. Toutefois, nous avons constaté que ces recherches ne permettent pas d'établir clairement le lien entre l'usage d'interface permettant la reconnaissance de gestes écologiques et l'immersion. Nous avons ensuite développé au chapitre 3 un prototype de jeu sérieux pour freiner la dégénération cognitive des individus atteints de la maladie d'Alzheimer en nous inspirant des lignes directrices établies par Bouchard et al. [8]. De plus, nous avons implémenté deux méthodes d'interaction à l'intérieur du jeu afin de pouvoir étudier l'effet de l'ajout d'une interface

tangible permettant la reconnaissance de gestes écologiques sur l'immersion dans ce contexte de jeux sérieux particulier. Enfin, dans le chapitre 4, nous avons présenté la méthodologie de recherche que nous avons utilisée pour cette étude et nous avons présenté nos résultats. Ces derniers ne nous ont pas semblé indiquer un lien solide entre l'ajout de l'interface permettant la reconnaissance de gestes écologiques et l'immersion. Ils nous ont cependant permis d'identifier certaines pistes de relation entre ces deux concepts dont nous discuterons plus loin dans ce chapitre. Dans la section suivante, nous reviendrons sur les objectifs que nous avons établis pour ce projet au tout début du mémoire.

5.1 OBJECTIFS RÉALISÉS

Le premier objectif dans le cadre de notre recherche était d'effectuer une revue de la littérature pour y trouver des exemples de jeux sérieux du domaine médical employant la reconnaissance de gestes pour obtenir divers bénéfices. Nous avons pu constater que cette technique d'interaction était utilisée pour entraîner les intervenants du domaine [10] en plus d'aider à la réadaptation motrice [35] ou encore de supporter les personnes atteintes de faiblesse cognitives [6]. Nous devions aussi, dans le cadre de cet objectif, identifier des jeux sérieux implémentant des contrôleurs qui utilisent la reconnaissance de gestes écologiques pour en améliorer l'immersion. Trouver ces exemples fut facile, mais ne nous permit pas d'établir clairement l'effet de ces interfaces utilisant la reconnaissance de gestes sur l'immersion dans un jeu sérieux. Néanmoins, ils nous ont permis de confirmer que l'utilisation de telles interfaces était adéquate pour des individus âgés pouvant souffrir de faiblesses cognitives [27] [25] et que l'usage de petits gestes écologiques était favorable à leur apprentissage [5] [21].

Le second objectif était d'établir un concept de jeu sérieux pour permettre l'entraînement cognitif des individus atteints de la maladie d'Alzheimer et pourrait fonctionner à l'aide d'une interface tangible utilisant la reconnaissance de gestes écologiques. Nous avons mis au point un tel concept en nous inspirant fortement des lignes directrices établies par Bouchard et al. [8] à ce sujet. Nous en avons par ailleurs évité certaines qui pouvaient influencer l'immersion dans notre prototype afin de mieux isoler les effets que pourrait avoir l'ajout d'un contrôleur et de la reconnaissance de gestes écologiques.

Notre troisième objectif consistait à développer un prototype du jeu sérieux conçu précédemment pour pouvoir effectuer des tests sur l'immersion et leurs interfaces tangibles. Nous avons mis au point une première méthode d'interaction à l'intérieur du jeu fonctionnant à l'aide d'une télécommande Wii, d'un script GlovePIE et d'un programme Java implémentant le moteur de reconnaissance de gestes WiiGee. Nous avons également mis au point la seconde méthode d'interaction du jeu fonctionnant à l'aide d'une souris d'ordinateur classique afin de pouvoir obtenir des données de comparaison dans le cadre de notre expérience.

Finalement, notre dernier objectif avait pour but d'établir l'effet de l'ajout d'une interface tangible utilisant la reconnaissance de gestes écologique sur l'immersion dans un jeu comme celui que nous avons développé. Nous n'avons malheureusement pas été en mesure d'établir une relation directe entre les deux à l'aide de nos résultats. Cependant, ces derniers nous portent à croire qu'une telle relation peut exister en fonction d'autres critères

comme le niveau de contact d'un individu avec les jeux vidéo ou encore l'identité de genre. Nous verrons dans la prochaine section que ces relations pourraient faire l'objet de travaux futurs.

5.2 TRAVAUX FUTURS ET LIMITATION

Malgré les résultats obtenus et le travail accompli, notre prototype souffre de quelques défauts identifiés précédemment lors de la présentation des résultats. Entre autres, plusieurs participants ont tenté de verser directement le sucre et le café soluble dans la tasse à café depuis leur contenant respectif alors que cette action n'était pas permise. Plusieurs participants s'attendaient également à devoir retirer les couvercles des deux contenants avant de pouvoir accéder à leur contenu ou encore à pouvoir mélanger le contenu de la tasse à n'importe quel moment de la préparation du café. Nous pensons que le jeu devrait être beaucoup plus flexible concernant les actions qu'il permet afin de bien recréer le sentiment de familiarité envers l'environnement et les actions posées. De nouvelles actions peuvent facilement être ajoutées, comme mélanger le contenu de la tasse à tout moment, et pourraient être implémentées avec un nombre de rétroactions suffisantes et de nouveaux états visuels. Nous croyons que ces changements pourraient améliorer l'indice d'immersion global du jeu et faire varier les résultats obtenus.

Un autre aspect de notre prototype à améliorer serait la reconnaissance de mouvements. Le taux moyen de succès de la reconnaissance à 84% est inférieur aux résultats obtenus de 90% dans d'autres cas avec WiiGee [41]. Nous pensons qu'il serait possible d'améliorer la reconnaissance de gestes en combinant notre prototype à un système

de reconnaissance utilisant un algorithme comme le Dynamic Time Warp (DTW) [1]. Une amélioration de la reconnaissance améliorerait l'expérience du jeu pour les utilisateurs employant la télécommande Wii tout en gardant le concept du jeu intact, ce qui pourrait créer une différence sur l'indice d'immersion.

Également, les résultats obtenus de notre expérience tendent à démontrer une relation entre l'immersion et l'utilisation d'un contrôleur permettant la reconnaissance de gestes écologiques lorsqu'il y a combinaison avec d'autres facteurs comme le niveau de contact avec les jeux vidéo ou encore l'identité de genre d'un individu. Dans ces deux cas, nous pensons qu'effectuer de nouvelles recherches avec un échantillon de participants plus large, diversifié et équilibré pourrait permettre de clarifier la relation qui existe entre ces éléments dans notre contexte.

Finalement, l'expérience présentée dans ce mémoire nous a permis d'établir la jouabilité de notre prototype ainsi que de ses deux modes d'interaction. Il serait donc pertinent désormais de procéder à des tests du prototype auprès d'individus plus âgés souffrant de la maladie d'Alzheimer. Cette nouvelle série de tests permettrait de vérifier si l'indice d'immersion aurait une plus grande variance auprès d'individus pouvant être moins à l'aise avec l'utilisation d'une souris d'ordinateur et pour qui le jeu est conçu.

5.3 BILAN PERSONNEL DU TRAVAIL DE RECHERCHE

Pour conclure, j'aimerais profiter de mes derniers mots pour faire un bilan sur mon initiation à la recherche scientifique. Mon parcours tout au long de ce projet n'a pas

toujours été facile. Entre mes différentes obligations professionnelles et les difficultés que j'ai rencontrées au moment d'implémenter la reconnaissance de gestes écologiques au projet, il m'a parfois été difficile de faire avancer cette recherche. Heureusement, j'ai trouvé mon sujet très stimulant et j'ai été tout au long du projet entouré d'une équipe exceptionnelle qui m'a appuyé et a su répondre à mes interminables questions sur les méthodes d'interaction, l'approche scientifique et les gestes écologiques. Cette expérience m'a permis de développer de nouvelles compétences pour la recherche que j'envisage d'appliquer, lorsqu'il sera nécessaire, durant les prochaines années durant lesquelles j'œuvrerai dans le domaine des jeux vidéo.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] A. Akl, C. Feng, and S. Valaee, "A novel accelerometer-based gesture recognition system," *Signal Processing, IEEE Transactions on*, vol. 59, pp. 6197-6205, 2011.
- [2] J. Alvarez and L. Michaud, "Serious games. Advergaming, edugaming, training and more," *IDATE Consulting and Research. Retrieved Aug*, vol. 12, p. 2012, 2008.
- [3] M. Annett, F. Anderson, D. Goertzen, J. Halton, Q. Ranson, W. F. Bischof, and P. Boulanger, "Using a multi-touch tabletop for upper extremity motor rehabilitation," in *Proceedings of the 21st Annual Conference of the Australian Computer-Human Interaction Special Interest Group: Design: Open 24/7*, 2009, pp. 261-264.
- [4] G. Bartoli, A. Del Bimbo, M. Faconti, A. Ferracani, V. Marini, D. Pezzatini, L. Seidenari, and F. Zilleruelo, "Emergency medicine training with gesture driven interactive 3D simulations," in *Proceedings of the 2012 ACM workshop on User experience in e-learning and augmented technologies in education*, 2012, pp. 25-30.
- [5] F. Bellotti, R. Berta, A. De Gloria, and V. Zappi, "Exploring gaming mechanisms to enhance knowledge acquisition in virtual worlds," in *Proceedings of the 3rd international conference on Digital Interactive Media in Entertainment and Arts*, 2008, pp. 77-84.
- [6] S. Blunsden, B. Richards, J. Boger, A. Mihailidis, T. Bartindale, D. Jackson, P. Olivier, and J. Hoey, "Design and prototype of a device to engage cognitively disabled older adults in visual artwork," in *Proceedings of the 2nd International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments*, 2009, p. 48.
- [7] B. Bouchard, S. Giroux, and A. Bouzouane, "A keyhole plan recognition model for Alzheimer's patients: first results," *Applied Artificial Intelligence*, vol. 21, pp. 623-658, 2007.
- [8] B. Bouchard, F. Imbeault, A. Bouzouane, and B.-A. J. Menelas, "Developing serious games specifically adapted to people suffering from alzheimer," in *Serious Games Development and Applications*, ed: Springer, 2012, pp. 243-254.
- [9] D. A. Bowman and R. P. McMahan, "Virtual reality: how much immersion is enough?," *Computer*, vol. 40, pp. 36-43, 2007.
- [10] E. Boyle, A.-M. Kennedy, O. Traynor, and A. D. Hill, "Training Surgical Skills Using Nonsurgical Tasks—Can Nintendo Wii™ Improve Surgical Performance?," *Journal of surgical education*, vol. 68, pp. 148-154, 2011.
- [11] R. Brookmeyer, E. Johnson, K. Ziegler-Graham, and H. M. Arrighi, "Forecasting the global burden of Alzheimer's disease," *Alzheimer's & dementia*, vol. 3, pp. 186-191, 2007.
- [12] J. W. Burke, M. McNeill, D. K. Charles, P. J. Morrow, J. H. Crosbie, and S. M. McDonough, "Optimising engagement for stroke rehabilitation using serious games," *The Visual Computer*, vol. 25, pp. 1085-1099, 2009.

- [13] J. Chen, "Flow in games (and everything else)," *Communications of the ACM*, vol. 50, pp. 31-34, 2007.
- [14] J. Doyle, C. Bailey, B. Dromey, and C. N. Scanail, "BASE-An interactive technology solution to deliver balance and strength exercises to older adults," in *Pervasive Computing Technologies for Healthcare (PervasiveHealth), 2010 4th International Conference on-NO PERMISSIONS*, 2010, pp. 1-5.
- [15] J. Fasola and M. J. Mataric, "Robot exercise instructor: A socially assistive robot system to monitor and encourage physical exercise for the elderly," in *RO-MAN, 2010 IEEE*, 2010, pp. 416-421.
- [16] A. R. Fugl-Meyer, L. Jääskö, I. Leyman, S. Olsson, and S. Steglind, "The post-stroke hemiplegic patient. 1. a method for evaluation of physical performance," *Scandinavian journal of rehabilitation medicine*, vol. 7, pp. 13-31, 1974.
- [17] J. Garcia Marin, K. Felix Navarro, and E. Lawrence, "Serious games to improve the physical health of the elderly: A categorization scheme," in *CENTRIC 2011, The Fourth International Conference on Advances in Human-oriented and Personalized Mechanisms, Technologies, and Services*, 2011, pp. 64-71.
- [18] K. M. Gerling, J. Schild, and M. Masuch, "Exergame design for elderly users: the case study of SilverBalance," in *Proceedings of the 7th International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology*, 2010, pp. 66-69.
- [19] E. Geslin, S. Bouchard, and S. Richir, "Gamers' versus non-gamers' emotional response in virtual reality," *Journal of CyberTherapy & Rehabilitation*, vol. 4, pp. 489-493, 2011.
- [20] D. J. Gladstone, C. J. Danells, and S. E. Black, "The Fugl-Meyer assessment of motor recovery after stroke: a critical review of its measurement properties," *Neurorehabilitation and Neural Repair*, vol. 16, pp. 232-240, 2002.
- [21] J. Häikiö, A. Wallin, M. Isomursu, H. Ailisto, T. Matinmikko, and T. Huomo, "Touch-based user interface for elderly users," in *Proceedings of the 9th international conference on Human computer interaction with mobile devices and services*, 2007, pp. 289-296.
- [22] F. Imbeault, B. Bouchard, and A. Bouzouane, "Serious games in cognitive training for Alzheimer's patients," in *Serious Games and Applications for Health (SeGAH), 2011 IEEE 1st International Conference on*, 2011, pp. 1-8.
- [23] C. Jennett, A. L. Cox, P. Cairns, S. Dhoparee, A. Epps, T. Tijs, and A. Walton, "Measuring and defining the experience of immersion in games," *International journal of human-computer studies*, vol. 66, pp. 641-661, 2008.
- [24] G. M. Jones and W. J. van der Eerden, "Designing care environments for persons with Alzheimer's disease: visuoperceptual considerations," *Optometry*, vol. 24, 2007.
- [25] P. E. Kahlbaugh, A. J. Sperandio, A. L. Carlson, and J. Hauselt, "Effects of playing wii on well-being in the elderly: physical activity, loneliness, and mood," *Activities, Adaptation & Aging*, vol. 35, pp. 331-344, 2011.
- [26] M. Katzourin, D. Ignatoff, L. Quirk, J. LaViola, and O. C. Jenkins, "Swordplay: Innovating game development through VR," *Computer Graphics and Applications, IEEE*, vol. 26, pp. 15-19, 2006.

- [27] J. L. Koay, J. S. Ng, and G. L. C. Wong, "Nintendo Wii as an intervention: improving the well-being of elderly in long-term care facilities," 2009.
- [28] A. F. Kramer, S. J. Colcombe, E. McAuley, K. I. Eriksen, P. Scalf, G. J. Jerome, D. X. Marquez, S. Elavsky, and A. G. Webb, "Enhancing brain and cognitive function of older adults through fitness training," *Journal of Molecular Neuroscience*, vol. 20, pp. 213-221, 2003.
- [29] F. Liarokapis, L. Macan, G. Malone, G. Rebolledo-Mendez, and S. De Freitas, "A pervasive augmented reality serious game," in *Games and Virtual Worlds for Serious Applications, 2009. VS-GAMES'09. Conference in*, 2009, pp. 148-155.
- [30] E. Macías, O. García, E. Labrador, P. Moreno, and M. M. Presno, "Glooveth: healthy living with an innovative gameplay," in *Proceedings of the 2012 ACM workshop on User experience in e-learning and augmented technologies in education*, 2012, pp. 31-36.
- [31] F. Makedon, R. Zhang, G. Alexandrakis, C. B. Owen, H. Huang, and A. J. Saykin, "An interactive user interface system for Alzheimer's intervention," in *Proceedings of the 3rd International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments*, 2010, p. 35.
- [32] I. Mebane-Sims, "2009 Alzheimer's disease facts and figures," *Alzheimer's & Dementia*, 2009.
- [33] A. Mihailidis, J. Boger, M. Canido, and J. Hoey, "The use of an intelligent prompting system for people with dementia," *interactions*, vol. 14, pp. 34-37, 2007.
- [34] C. Neufeldt, "Wii play with elderly people," *Enhancing Interaction Spaces by Social Media for the Elderly*, vol. 6, pp. 50-59, 2009.
- [35] I. Pastor, H. A. Hayes, and S. J. Bamberg, "A feasibility study of an upper limb rehabilitation system using kinect and computer games," in *Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 2012 Annual International Conference of the IEEE*, 2012, pp. 1286-1289.
- [36] H. Pigot, A. Mayers, and S. Giroux, "The intelligent habitat and everyday life activity support," in *5th international conference on Simulations in Biomedicine*, 2003, pp. 507-516.
- [37] C. Ramos, J. C. Augusto, and D. Shapiro, "Ambient intelligence—The next step for artificial intelligence," *Intelligent Systems, IEEE*, vol. 23, pp. 15-18, 2008.
- [38] M. Rehm, K. Leichtenstern, J. Plomer, and C. Wiedemann, "Gesture activated mobile edutainment (GAME): intercultural training of nonverbal behavior with mobile phones," in *Proceedings of the 9th International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia*, 2010, p. 2.
- [39] R. B. Reilly, "Applications of face and gesture recognition for human-computer interaction," in *Proceedings of the sixth ACM international conference on Multimedia: Face/gesture recognition and their applications*, 1998, pp. 20-27.
- [40] K. Salen and E. Zimmerman, *Rules of play: Game design fundamentals*: MIT press, 2004.
- [41] T. Schlömer, B. Poppinga, N. Henze, and S. Boll, "Gesture recognition with a Wii controller," in *Proceedings of the 2nd international conference on Tangible and embedded interaction*, 2008, pp. 11-14.

- [42] P. Schuchardt and D. A. Bowman, "The benefits of immersion for spatial understanding of complex underground cave systems," in *Proceedings of the 2007 ACM symposium on Virtual reality software and technology*, 2007, pp. 121-124.
- [43] M. F. Schwartz, M. Segal, T. Veramonti, M. Ferraro, and L. J. Buxbaum, "The Naturalistic Action Test: A standardised assessment for everyday action impairment," *Neuropsychological Rehabilitation*, vol. 12, pp. 311-339, 2002.
- [44] M. Slater, "A note on presence terminology," *Presence connect*, vol. 3, pp. 1-5, 2003.
- [45] S. T. Smith, A. Talaei-Khoei, M. Ray, and P. Ray, "Electronic games for aged care and rehabilitation," in *e-Health Networking, Applications and Services, 2009. Healthcom 2009. 11th International Conference on*, 2009, pp. 42-47.
- [46] H. A. Spires, "21st century skills and serious games: Preparing the N generation," *Serious educational games*, pp. 13-23, 2008.
- [47] T. Susi, M. Johannesson, and P. Backlund, "Serious games: An overview," 2007.
- [48] J. Tremblay, B. Bouchard, and A. Bouzouane, "Adaptive Game Mechanics for Learning Purposes-Making Serious Games Playable and Fun," in *CSEDU (2)*, 2010, pp. 465-470.
- [49] D. o. E. United Nations, *World population ageing 2009* vol. 295: United Nations Publications, 2010.
- [50] WiiBrew. (15 Octobre). Available: http://wiibrew.org/wiki/Main_Page
- [51] D. Williams, "Structure and competition in the US home video game industry," *International Journal on Media Management*, vol. 4, pp. 41-54, 2002.
- [52] D. H. Wilson and M. Philipose, "Maximum A Posteriori Path Estimation with Input Trace Perturbation: Algorithms and Application to Credible Rating of Human Routines," in *IJCAI*, 2005, pp. 895-901.
- [53] M. Zyda, "From visual simulation to virtual reality to games," *Computer*, vol. 38.

ANNEXE 1

FEUILLE D'INFORMATION DU PARTICIPANT

Nom : _____

No : _____ Âge : _____

Sexe : M F Occupation : _____

Contact avec les jeux vidéo : Nulle | 1 2 3 4 5 | *Fréquent*

(Wii seul.) Expérience avec la Wii Nulle | 1 2 3 4 5 | *Très Exp.*

Date de la rencontre : _____ Durée : _____

Fichiers Log :

Type de jeu (encercler): Souris Wiimote
 Registre : Rapport_Utilisateur___.txt

(Wiimote seulement)**Résultat de l'apprentissage pour le mouvement de « Prendre avec la cuillère »**

Nombre d'essaies avant une réussite : _____

Réussite sur 3 essaies : _____

Résultat de l'apprentissage pour le mouvement de « Déposer avec la cuillère »

Nombre d'essaies avant une réussite : _____

Réussite sur 3 essaies : _____

Résultat de l'apprentissage pour le mouvement de «Déposer avec la cuillère »

Nombre d'essaies avant une réussite : _____

Réussite sur 3 essaies : _____

Durée totale des essaies : _____

ANNEXE 2

QUESTIONNAIRE POUR JEU SÉRIEUX AVEC SOURIS

Participant No : _____

Ce questionnaire porte sur votre expérience en jouant au jeu

Veillez répondre à chacune des questions suivantes en encerclant le chiffre approprié selon les facteurs indiqués à gauche et à droite des chiffres. Rappelez-vous tout au long de cet exercice que vos réponses doivent refléter vos sentiments et votre état d'esprit à la fin de la partie, juste après avoir complété le jeu.

Q1. À quel point le jeu a-t-il retenu votre attention?

Pas du tout	1	2	3	4	5	Beaucoup
-------------	---	---	---	---	---	----------

Q2. À quel point vous sentiez-vous concentrer sur le jeu?

Pas du tout	1	2	3	4	5	Beaucoup
-------------	---	---	---	---	---	----------

Q3. À quel point avez-vous mis des efforts pour jouer au jeu?

Très peu	1	2	3	4	5	Beaucoup
----------	---	---	---	---	---	----------

Q4. Sentiez-vous que vous faisiez de votre mieux?

Pas du tout	1	2	3	4	5	Très certainement
-------------	---	---	---	---	---	-------------------

Q5. À quel point avez-vous perdu le fil du temps?

Pas du tout	1	2	3	4	5	Très certainement
-------------	---	---	---	---	---	-------------------

Q6. À quel point vous sentiez-vous conscient que vous étiez dans le monde réel alors que vous étiez en train de jouer?

Pas du tout	1	2	3	4	5	Très certainement
-------------	---	---	---	---	---	-------------------

Q7. À quel point avez-vous oublié vos préoccupations quotidiennes?

Pas du tout	1	2	3	4	5	Beaucoup
-------------	---	---	---	---	---	----------

Q8. À quel point étiez-vous conscient de vous-même et de votre entourage?

Pas du tout	1	2	3	4	5	Très conscient
-------------	---	---	---	---	---	----------------

Q9. À quel point avez-vous remarqué les événements qui ont pris place autour de vous?

Pas du tout	1	2	3	4	5	Très certainement
-------------	---	---	---	---	---	-------------------

Q10. Avez-vous ressenti le besoin d'arrêter de jouer et de regarder ce qui se passait autour de vous?

Pas du tout	1	2	3	4	5	Très certainement
-------------	---	---	---	---	---	-------------------

Q11. À quel point sentiez-vous que vous interagissiez directement avec l'environnement du jeu?

Pas du tout	1	2	3	4	5	Énormément
-------------	---	---	---	---	---	------------

Q12. À quel point sentiez-vous que vous étiez séparé de votre environnement réel?

Pas du tout	1	2	3	4	5	Très certainement
-------------	---	---	---	---	---	-------------------

Q13. À quel point sentiez-vous que, ce que vous faisiez dans le jeu était quelque chose dont vous faisiez l'expérience plutôt que quelque chose que vous ne faisiez qu'accomplir?

Pas du tout	1	2	3	4	5	Très certainement
-------------	---	---	---	---	---	-------------------

Q14. À quel point est-ce que votre sentiment d'être dans l'environnement du jeu était plus fort que votre sentiment d'être dans votre environnement réel?

Pas du tout	1	2	3	4	5	Beaucoup plus fort
-------------	---	---	---	---	---	--------------------

Q15. Est-ce qu'à n'importe quel moment vous vous êtes senti si impliqué dans le jeu que vous en avez oublié que vous utilisiez un périphérique de contrôle?

Pas du tout	1	2	3	4	5	Constamment
-------------	---	---	---	---	---	-------------

Q16. À quel point aviez-vous l'impression que vos mouvements dans le jeu s'effectuaient conformément à votre propre volonté?

Pas du tout	1	2	3	4	5	Très certainement
-------------	---	---	---	---	---	-------------------

Q17. À quel point trouviez-vous le jeu difficile?

Pas du tout	1	2	3	4	5	Très difficile
-------------	---	---	---	---	---	----------------

Q18. Y a-t-il eu des moments durant la partie où vous vouliez juste abandonner?

Pas du tout	1	2	3	4	5	Beaucoup
-------------	---	---	---	---	---	----------

Q19. À quel point vous êtes-vous senti motivé durant la partie?

Pas du tout	1	2	3	4	5	Beaucoup
-------------	---	---	---	---	---	----------

Q20. À quel point avez-vous trouvé le jeu facile?

Pas du tout	1	2	3	4	5	Très facile
-------------	---	---	---	---	---	-------------

Q21. À quel point sentiez-vous que vous faisiez des progrès vers la fin de la tâche à accomplir?

Pas du tout	1	2	3	4	5	Beaucoup
-------------	---	---	---	---	---	----------

Q22. Comment pensez-vous avoir performé durant votre partie?

Très mal	1	2	3	4	5	Très bien
----------	---	---	---	---	---	-----------

Q23. À quel point vous êtes-vous senti émotionnellement attaché au jeu?

Pas du tout	1	2	3	4	5	Beaucoup
-------------	---	---	---	---	---	----------

Q24. À quel point étiez-vous intéressé de voir comment allait se dérouler les événements du jeu au fur et à mesure de votre progression durant la partie?

Pas du tout	1	2	3	4	5	Très intéressé
-------------	---	---	---	---	---	----------------

Q25. À quel point vouliez-vous « accomplir » la tâche à accomplir?

Pas du tout	1	2	3	4	5	Énormément
-------------	---	---	---	---	---	------------

Q26. Étiez-vous en suspense quant à savoir si vous alliez « gagner (réussir la tâche) » ou « perdre » la partie?

Pas du tout	1	2	3	4	5	Très certainement
-------------	---	---	---	---	---	-------------------

Q27. Est-ce qu'à un moment donné vous vous êtes senti si impliqué que vous vouliez interagir directement sur les objets?

Pas du tout	1	2	3	4	5	Constamment
-------------	---	---	---	---	---	-------------

Q28. À quel point avez-vous aimé les graphiques et l'imagerie?

Pas du tout	1	2	3	4	5	Beaucoup
-------------	---	---	---	---	---	----------

Q29. À quel point avez-vous aimé la façon de manipuler les objets?

Pas du tout	1	2	3	4	5	Beaucoup
-------------	---	---	---	---	---	----------

Q30. Lorsqu'interrompu, étiez-vous déçu que la partie soit terminée?

Pas du tout	1	2	3	4	5	Très certainement
-------------	---	---	---	---	---	-------------------

Q31. Voudriez-vous jouer au jeu à nouveau?

Définitivement non	1	2	3	4	5	Définitivement oui
--------------------	---	---	---	---	---	--------------------

Q32. Avez-vous trouvé les manipulations à réaliser avec la souris difficiles à effectuer?

Pas du tout	1	2	3	4	5	Très difficile
-------------	---	---	---	---	---	----------------

Q33. Avez-vous trouvé les manipulations à réaliser avec la souris difficiles à mémoriser?

Pas du tout	1	2	3	4	5	Très difficile
-------------	---	---	---	---	---	----------------

ANNEXE 3

QUESTIONNAIRE POUR JEU SÉRIEUX AVEC TÉLÉCOMMANDE WII

Participant No : _____

Ce questionnaire porte sur votre expérience en jouant au jeu

Veillez répondre à chacune des questions suivantes en encerclant le chiffre approprié selon les facteurs indiqués à gauche et à droite des chiffres. Rappelez-vous tout au long de cet exercice que vos réponses doivent refléter vos sentiments et votre état d'esprit à la fin de la partie, juste après avoir complété le jeu.

Q1. À quel point le jeu a-t-il retenu votre attention?

Pas du tout	1	2	3	4	5	Beaucoup
-------------	---	---	---	---	---	----------

Q2. À quel point vous sentiez-vous concentrer sur le jeu?

Pas du tout	1	2	3	4	5	Beaucoup
-------------	---	---	---	---	---	----------

Q3. À quel point avez-vous mis des efforts pour jouer au jeu?

Très peu	1	2	3	4	5	Beaucoup
----------	---	---	---	---	---	----------

Q4. Sentiez-vous que vous faisiez de votre mieux?

Pas du tout	1	2	3	4	5	Très certainement
-------------	---	---	---	---	---	-------------------

Q5. À quel point avez-vous perdu le fil du temps?

Pas du tout	1	2	3	4	5	Très certainement
-------------	---	---	---	---	---	-------------------

Q6. À quel point vous sentiez-vous conscient que vous étiez dans le monde réel alors que vous étiez en train de jouer?

Pas du tout	1	2	3	4	5	Très certainement
-------------	---	---	---	---	---	-------------------

Q7. À quel point avez-vous oublié vos préoccupations quotidiennes?

Pas du tout	1	2	3	4	5	Beaucoup
-------------	---	---	---	---	---	----------

Q8. À quel point étiez-vous conscient de vous-même et de votre entourage?

Pas du tout	1	2	3	4	5	Très conscient
-------------	---	---	---	---	---	----------------

Q9. À quel point avez-vous remarqué les événements qui ont pris place autour de vous?

Pas du tout	1	2	3	4	5	Très certainement
-------------	---	---	---	---	---	-------------------

Q10. Avez-vous ressenti le besoin d'arrêter de jouer et de regarder ce qui se passait autour de vous?

Pas du tout	1	2	3	4	5	Très certainement
-------------	---	---	---	---	---	-------------------

Q11. À quel point sentiez-vous que vous interagissiez directement avec l'environnement du jeu?

Pas du tout	1	2	3	4	5	Énormément
-------------	---	---	---	---	---	------------

Q12. À quel point sentiez-vous que vous étiez séparé de votre environnement réel?

Pas du tout	1	2	3	4	5	Très certainement
-------------	---	---	---	---	---	-------------------

Q13. À quel point sentiez-vous que, ce que vous faisiez dans le jeu était quelque chose dont vous faisiez l'expérience plutôt que quelque chose que vous ne faisiez qu'accomplir?

Pas du tout	1	2	3	4	5	Très certainement
-------------	---	---	---	---	---	-------------------

Q14. À quel point est-ce que votre sentiment d'être dans l'environnement du jeu était plus fort que votre sentiment d'être dans votre environnement réel?

Pas du tout	1	2	3	4	5	Beaucoup plus fort
-------------	---	---	---	---	---	--------------------

Q15. Est-ce qu'à n'importe quel moment vous vous êtes senti si impliqué dans le jeu que vous en avez oublié que vous utilisiez un périphérique de contrôle?

Pas du tout	1	2	3	4	5	Constamment
-------------	---	---	---	---	---	-------------

Q16. À quel point aviez-vous l'impression que vos mouvements dans le jeu s'effectuaient conformément à votre propre volonté?

Pas du tout	1	2	3	4	5	Très certainement
-------------	---	---	---	---	---	-------------------

Q17. À quel point trouviez-vous le jeu difficile?

Pas du tout	1	2	3	4	5	Très difficile
-------------	---	---	---	---	---	----------------

Q18. Y a-t-il eu des moments durant la partie où vous vouliez juste abandonner?

Pas du tout	1	2	3	4	5	Beaucoup
-------------	---	---	---	---	---	----------

Q19. À quel point vous êtes-vous senti motivé durant la partie?

Pas du tout	1	2	3	4	5	Beaucoup
-------------	---	---	---	---	---	----------

Q20. À quel point avez-vous trouvé le jeu facile?

Pas du tout	1	2	3	4	5	Très facile
-------------	---	---	---	---	---	-------------

Q21. À quel point sentiez-vous que vous faisiez des progrès vers la fin de la tâche à accomplir?

Pas du tout	1	2	3	4	5	Beaucoup
-------------	---	---	---	---	---	----------

Q22. Comment pensez-vous avoir performé durant votre partie?

Très mal	1	2	3	4	5	Très bien
----------	---	---	---	---	---	-----------

Q23. À quel point vous êtes-vous senti émotionnellement attaché au jeu?

Pas du tout	1	2	3	4	5	Beaucoup
-------------	---	---	---	---	---	----------

Q24. À quel point étiez-vous intéressé de voir comment allait se dérouler les événements du jeu au fur et à mesure de votre progression durant la partie?

Pas du tout	1	2	3	4	5	Très intéressé
-------------	---	---	---	---	---	----------------

Q25. À quel point vouliez-vous « accomplir » la tâche à accomplir?

Pas du tout	1	2	3	4	5	Énormément
-------------	---	---	---	---	---	------------

Q26. Étiez-vous en suspense quant à savoir si vous alliez « gagner (réussir la tâche) » ou « perdre » la partie?

Pas du tout	1	2	3	4	5	Très certainement
-------------	---	---	---	---	---	-------------------

Q27. Est-ce qu'à un moment donné vous vous êtes sentit si impliqué que vous vouliez interagir directement sur les objets?

Pas du tout	1	2	3	4	5	Constamment
-------------	---	---	---	---	---	-------------

Q28. À quel point avez-vous aimé les graphiques et l'imagerie?

Pas du tout	1	2	3	4	5	Beaucoup
-------------	---	---	---	---	---	----------

Q29. À quel point avez-vous aimé la façon de manipuler les objets?

Pas du tout	1	2	3	4	5	Beaucoup
-------------	---	---	---	---	---	----------

Q30. Lorsqu'interrompu, étiez-vous déçu que la partie soit terminée?

Pas du tout	1	2	3	4	5	Très certainement
-------------	---	---	---	---	---	-------------------

Q31. Voudriez-vous jouer au jeu à nouveau?

Définitivement non	1	2	3	4	5	Définitivement oui
--------------------	---	---	---	---	---	--------------------

Q32. Avez-vous trouvé les manipulations à réaliser avec la Wiimote difficiles à effectuer?

Pas du tout	1	2	3	4	5	Très difficile
-------------	---	---	---	---	---	----------------

Q33. Avez-vous trouvé les manipulations à réaliser avec la Wiimote difficiles à mémoriser?

Pas du tout	1	2	3	4	5	Très difficile
-------------	---	---	---	---	---	----------------