



HAL
open science

Utilisation des jeux vidéo dans les soins de réhabilitation des sujets souffrant de schizophrénie : revue de la littérature

Gabriel Brun

► To cite this version:

Gabriel Brun. Utilisation des jeux vidéo dans les soins de réhabilitation des sujets souffrant de schizophrénie : revue de la littérature. Médecine humaine et pathologie. 2017. dumas-01469873

HAL Id: dumas-01469873

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01469873>

Submitted on 16 Feb 2017

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

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

Université de Bordeaux - U.F.R. DES SCIENCES MEDICALES

Année 2017

Thèse n° 3003

Thèse pour l'obtention du

DIPLÔME D'ÉTAT de DOCTEUR EN MÉDECINE

Présentée et soutenue publiquement

Par Gabriel BRUN

Né le 25 Avril 1986 à Bruges

Le 31 Janvier 2017

**UTILISATION DES JEUX VIDÉO DANS LES SOINS DE RÉHABILITATION
DES SUJETS SOUFFRANT DE SCHIZOPHRÉNIE
REVUE DE LA LITTÉRATURE**

DIRECTEUR DE THÈSE

Madame le Docteur Clélia QUILES

JURY

Madame le Professeur Hélène VERDOUX Présidente

Monsieur le Professeur Nicolas FRANCK Rapporteur

Monsieur le Professeur Manuel BOUVARD Juge

Madame le Professeur Marie TOURNIER Juge

Monsieur le Docteur Geoffroy COUHET Juge

Madame le Docteur Carole BACHOLLET-BIAIS Juge

REMERCIEMENTS

Madame le Professeur Hélène VERDOUX

Je vous remercie de me faire l'honneur de présider ce jury. Merci pour votre confiance et vos précieux conseils. Je vous suis infiniment reconnaissant d'avoir pu bénéficier de vos enseignements. Votre soutien dans le choix de ce sujet, l'intérêt que vous y portez et votre disponibilité m'ont été d'une grande aide. Je vous fais part de ma profonde gratitude et de tout mon respect.

Monsieur le Professeur Nicolas FRANCK

Je vous suis infiniment reconnaissant d'avoir accepté d'évaluer cette thèse. Je tiens à vous exprimer mon admiration pour vos travaux extrêmement enrichissants et pour votre contribution au développement de la réhabilitation qui me semble fondamentale dans le cadre des soins psychiatriques.

Aux membres du jury,

Monsieur le Professeur Manuel BOUVARD

Je vous remercie de me faire l'honneur de juger ce travail de thèse. Je vous remercie également d'avoir donné votre accord pour mon changement de filière à l'occasion de mon droit au remord et pour votre accueil au sein de cette spécialité. Merci enfin pour vos enseignements dont j'ai pu bénéficier au cours de mon internat et lors de mon passage au sein de votre pôle. Soyez assuré de ma reconnaissance et de mon respect.

Madame le Professeur Marie TOURNIER

Je vous remercie pour votre participation à l'évaluation de mon travail. Je tenais à vous dire mon intérêt et ma gratitude pour vos enseignements extrêmement enrichissants. Je regrette de n'avoir pu bénéficier de votre accompagnement à l'occasion d'un stage. Soyez assurée de ma reconnaissance et de mon profond respect.

Monsieur le Docteur Geoffroy COUHET

Je te remercie de pouvoir te compter parmi les membres de ce jury. Mon passage au sein du Centre de Réhabilitation Psycho-Sociale a été l'une des meilleures périodes de mon internat. Je te remercie pour ton accueil, tes conseils et d'avoir su me donner encore d'avantage l'envie de travailler dans ce secteur fondamental de la psychiatrie. Je tiens à t'exprimer ma profonde reconnaissance et mon admiration.

Madame le Docteur Carole BACHOLLET-BIAIS

Je suis très touché que tu acceptes de participer à ce jury. Je ne peux que t'exprimer mon admiration devant tes qualités, que ce soit sur le plan médical aussi bien qu'humain. J'ose espérer pouvoir un jour devenir un médecin de ton niveau et prendre soin de mes patients comme tu prends soin des tiens. Trouve ici le témoignage de ma profonde gratitude et de tout mon respect.

À ma directrice de thèse et membre du jury,

Madame le Docteur Clélia QUILES

Je te remercie d'avoir accepté de diriger cette thèse au sujet si particulier, d'avoir supporté mes nombreux mails et su gérer mes incertitudes. Merci pour ta participation active à ce travail et ton implication attentive, rigoureuse et patiente. Je tiens à t'exprimer ma profonde reconnaissance pour ton accompagnement, ta bienveillance et tes précieux conseils et mon respect pour ton travail, source d'inspiration.

Aux médecins qui m'ont fait l'honneur de leurs enseignements au cours de mon cursus

Aux médecins du Cours Séjour Gériatrique du Centre Hospitalier d'Orthez, les Docteurs Pierre BIGOT et Patrick AUZON pour nous avoir accompagnés, Simon et moi, au cours de nos premiers mois de jeunes médecins. Pierre, je souhaite te faire part de mon admiration pour tes qualités humaines et médicales.

Aux médecins du service de Neurologie du Centre Hospitalier de Périgueux, les Docteurs Antoine ARNAUD, Françoise ISSAUTIER et Corinne DEBRAS pour leur patience devant notre jeunesse et pour m'avoir permis de découvrir une spécialité passionnante.

Au Docteur Michel ROY du pôle de psychiatrie du Centre Hospitalier de Périgueux d'avoir fait découvrir la psychiatrie à un jeune interne de médecine générale.

Aux médecins du SAAU de Pau, les Docteurs Thierry DELLA, Komivi AZORBLY, Florence GUYOT-GANS, Christine LOWY et Sophie MARCO pour leur gentillesse et leur accueil lors de ce premier stage de psychiatrie.

Aux médecins de la Clinique d'Ornon, les Docteurs Fabien GORSE, Anne GROUSSIN et Brigitte AUBERT-WALTER pour m'avoir fait découvrir une pratique cohérente et respectueuse des patients.

Aux médecins de l'unité Carreire 2 du Centre Hospitalier Charles Perrens, les Docteurs Oriane HOSTACHE-MOREAU et Isaac LE BESQ pour leurs enseignements, pour m'avoir fait découvrir la pratique universitaire et la richesse de la rigueur scientifique.

Aux médecins de l'unité Charcot du Centre Hospitalier Charles Perrens, les Dr Mélanie DODRE et Déborah FORESTIER pour m'avoir accompagné dans le cadre de prises en charges complexes et pour leur bonne humeur.

Au Docteur Claire FOURTICQ-TIRE BARLET pour m'avoir fait découvrir une pratique de pédopsychiatrie dont je ne soupçonnais pas la richesse. Merci pour ta rigueur et ta bienveillance.

Aux médecins du CRPS de la Tour de Gassies, les Docteurs Anne PASSEMARD et Simona ISACU pour m'avoir accueilli au sein de cette formidable structure et pour m'avoir démontré que d'autres soins sont possibles.

Au Docteur Karine JEZEQUEL et aux médecins de l'unité BSM2, les Docteurs Stéphane WEILL et Camille DALLAY de m'accueillir à nouveau sur ce pôle.

Merci à toutes les équipes infirmières, aux paramédicaux, assistantes sociales et secrétaires que j'ai eu la chance de croiser au cours de ma formation. Votre aide et votre soutien me sont apparus aussi nécessaires que toute connaissance théorique.

Merci aux patients et à leurs familles d'arriver à nous faire confiance et de nous apprendre tant.

À ma famille,

À mes parents, je ne pourrais jamais décrire en quelques mots toute la reconnaissance et tout l'amour que je vous porte. Vos choix professionnels ne sont sans doute pas pour rien dans mon orientation mais je pense qu'avant tout ce sont vos qualités d'écoute, votre bienveillance et votre intelligence qui m'ont amené là où j'en suis actuellement. Je souhaitais vous exprimer toute ma gratitude concernant votre soutien tout au long de ce travail. Cette thèse serait très certainement beaucoup moins agréable à lire sans votre relecture et vos conseils. Je tiens tout de même à signaler que, malgré tout ce que vous avez pu me dire plus jeune, les jeux vidéo m'ont servi à quelque chose.

À mon petit frère, Clément, qui n'est surement pas innocent concernant ma passion pour le vidéoludisme, même s'il reste imbattable. Je te souhaite tout le bonheur du monde et resterai toujours disponible pour toi.

À ma petite sœur, Agnès, qui a décidé de voyager pour grandir. Je m'excuse de ne pas avoir été le grand frère parfait mais en même temps tu le cherchais parfois. De la même manière tu pourras toujours compter sur mon soutien indéfectible.

À mon grand frère, Jonathan, je te souhaite d'être le plus heureux possible dans ton nouveau pays et j'espère pouvoir venir vous visiter prochainement au Mexique.

À Jean, Annie, Louis et Pauline, les artistes de la famille. Merci pour votre présence, votre soutien et votre bonne humeur. Je crois qu'on n'a pas fini de se voir et de faire de la musique ensembles.

Aux parisiens Paul, Anne, Romain et Laura. C'est toujours un plaisir de vous voir. Peut-être qu'un jour vous constaterez l'évidence : vivre en Gironde c'est quand même sacrément mieux. Merci pour votre chaleur.

À mes grands-mères.

À mes amis,

À ceux que j'ai rencontrés sur les bancs de la fac :

À Antoine, Aude, Merlin et Junior. Je vous souhaite le meilleur et essaierai de venir vous présenter mes respects plus souvent

À Jean Seb, peut-être qu'on se reverra un jour en attendant : pas de nouvelle, bonnes nouvelles

À Dadou pour ta bonne humeur perpétuelle, content que tu sois rentré au pays

À Doubi d'arriver à nous supporter malgré tout (et Merci Dorian !)

À Laura d'apporter un peu de classe et de culture à nos colloques

À Michon de toujours être parfait aussi bien esthétiquement qu'amicalement

À tous les réformés de l'UFR4 : Valérie, Valentin, Edouard, Seb et Emilie, Peggy, Laura, Hugo, Xavier, Anne, Arnaud, Simon et à tous les autres que j'oublie.

Aux « vieux » de LosTeo et de Los2Seiches :

À Wally et Hélène, je crois que vous serez occupés prochainement mais ça restera toujours un plaisir de vous voir

À Toof, on parle de musique dans pas longtemps ?

À JB et Luciole, encore félicitations

À Sandy et Coco, essayez de rester dans un même pays plus de 2 mois qu'on puisse se voir

À Lulu et Eléna, je vous souhaite tout le bonheur du monde

À Paulo, tu reviens quand ?

Et aux autres expats et rapatriés : Chachou, Maylis et Eric, Maïté et Chaï, Bertouille Daph et co, Vince Ophel et co, Croc, Anna, Irene, Briscard et aux autres.

À mes « jeunes » amis toujours actifs de LosTeo :

À Eloi et Gaby « *insérez ici compliment souhaité* »

À Piou et Nawel, bon courage pour les tympanes

À Anne et Gamin, association improbable des années 80 et du 47

À Annesou de croire encore qu'elle ne fait pas de la psychiatrie

À Etienne et Nanie, on procrastinera demain

Et à tous mes amis « musiciens » : Poum et Ju, Maxence et Joseph, PJ et Lulute, Fred, Nicard, Tatis, Paul et Noch, Saucisse, Cagette, Coccyx, Max et Christelle, Manon, Anaïs et Lapin et aux autres.

À tous ceux qui supportent que l'on joue aux mêmes endroits au même moment : Minch et Titou, Thib et Poupoule, Warf, Tiz, Fufu et al.

À mes cointernes

À Simon pour avoir été le meilleur cointerne et coloc' du monde, pour avoir été l'une des rares choses positives de mon début d'internat

À Audrey, à côté de qui je me sens vachement zen mais un peu feignant

À Claire et Clément, source de bonheur depuis 1988

À mes cointernes de psychiatrie qui m'ont rendu la spécialité plus compréhensible et le babyfoot plus accessible : Hugo et Pauline, Dimitri, Kevin, Elsa, Romain, Etienne, Antoine M, Antoine A, Vincent, Ana, Magalie

À mes cointernes de Périgueux notamment Antoine D, Charly, Roxane, Toto, PO, Tanguy, Jean DT, Marie et à tous les autres que j'oublie.

Je tenais à remercier tout particulièrement mes relecteurs déjà cités précédemment et sans qui cette thèse serait beaucoup moins lisible.

À Amaëlle

Désolé de respecter les convenances mais tu te retrouves à la fin. Il me serait difficile de te manifester en quelques mots mon amour et ma reconnaissance. Tu as supporté ce travail du début à la fin, mais tu m'as aussi permis d'en venir à bout par ta présence, ton réconfort et ton affection.

Utilisation des jeux vidéo dans les soins de réhabilitation des sujets souffrant de schizophrénie

Prologue

« – Socrate : N'est-il donc pas indispensable que nous commençons par savoir ce qu'est un jeu vidéo ?

– Mario : Socrate, ce n'est pas difficile à formuler. C'est un jeu avec de la vidéo, sur un écran. Soit on joue à la balle en vrai, soit on joue sur un écran (et c'est Pong) ; ou bien on explore des cavernes en vrai, ou bien sur un écran (et c'est Super Mario Bros.).

– S : Bien parlé, Mario. Mais que dirais-tu alors des jeux télévisés ? Par exemple, Qui veut gagner des millions ? Il y a bien un écran, et c'est bien un jeu. Mais pourquoi pas un jeu vidéo ?

– M : C'est facile, Socrate ! On n'interagit pas, c'est juste un jeu qui se déroule à l'écran. Et, en plus, il faut une machine, un ordinateur, pour produire un jeu vidéo.

– S : Il y a pourtant des jeux où on interagit avec un ordinateur et qui ne sont pas des jeux vidéo.

– M : Que veux-tu dire, Socrate ?

– S : Il y a eu des jeux avec les ordinateurs bien avant les jeux vidéo. Pense aux premiers programmes d'intelligence artificielle (IA), ce sont des jeux de dames, à la fin des années 1940. Le premier livre qui a dans son titre l'expression « jeux d'ordinateur » est publié en 1968, quatre ans

avant Pong note. Ce sont des jeux avec l'ordinateur, mais personne ne considère ça comme des jeux vidéo. Ça parle de petits jeux mathématiques.

– M : D'accord, Socrate, mais ce qui leur manque, c'est une interface graphique.

– S : Il existe cependant de vrais jeux vidéo qui en sont dépourvus. Regarde, par exemple, Adventure ou Zork, les ancêtres de tous les jeux d'aventure, dans les années 1970. Ce sont des jeux importants historiquement, qui inventent tout un genre. Mais ils sont en « mode texte ». On rentre des commandes en anglais : go north, take sword, et on obtient la réponse du programme. Il n'y a pas de graphisme. Et puis il y a aussi les Multi-User Dungeons (MUD), parmi les premiers jeux à univers persistants. Ce n'est pas rien, et ce sont encore des jeux en mode texte. Un écran, un ordinateur, une interface graphique, cela ne suffit pas à définir le jeu vidéo.

– M : Doucement, Socrate. Tu nous embrouilles inutilement. Je ne suis pas d'accord. Tout cela, c'est de l'histoire ancienne. Aujourd'hui, un jeu vidéo, c'est un programme qui génère des graphismes avec lesquels on interagit en temps réel. On a une action sur ce qui se passe à l'écran.

Cela fait que jouer à un jeu, ce n'est pas la même chose que d'assister à un film.

– S : Un programme qui génère des graphismes avec lesquels on interagit en temps réel. Alors Windows est un jeu ? Toutes ces fenêtres que l'on ouvre et que l'on ferme...

– M : Bon, alors, disons : un programme qui génère des graphismes avec lesquels on interagit en temps réel pour s'amuser et pas pour travailler. Pour se distraire.

– S : Mais, Mario, comment reconnais-tu que c'est un jeu ? Ta définition est parfaitement circulaire : un jeu vidéo est un jeu dans lequel on joue avec de la vidéo, me dis-tu. Mais quelle vidéo ? Et comment savoir à coup sûr que nous avons affaire à un jeu ? Par quels critères objectifs et infaillibles ? C'est là justement la question à laquelle nous n'arrivons pas à répondre, sans tourner en rond.

– M : Je ne sais plus, Socrate. J'enrage d'être à ce point incapable d'exprimer ce que je pense. J'ai bien une conception de ce qu'est un jeu vidéo, mais elle m'a fait faux bond, si bien que je n'arrive pas à la saisir en une formule et à l'exprimer.

– S : Mon ami, un bon chasseur doit suivre à la trace et ne pas abandonner. Partons de ta définition. Un jeu vidéo est un programme avec lequel on interagit via une interface, aujourd'hui graphique, et cela pour s'amuser, pour le plaisir et non pour produire quelque chose. C'est bien cela ?

– M : Tout à fait, Socrate.

– S : Eh bien, prends le Solitaire de Windows. Tu y as déjà forcément joué ?

– M : Comme tout le monde.

– S : Tu seras d'accord pour dire que le Solitaire répond à ta définition : on interagit avec une interface graphique pour se distraire. Et, pourtant, c'est juste l'adaptation d'un jeu traditionnel. Ça n'a rien de spécifique. Si quelqu'un voulait savoir ce qu'est le jeu vidéo, tu ne lui montrerais pas le Solitaire, mais certainement d'autres jeux.

– M : Oui, sans aucun doute.

– S : Et pourquoi cela ? Qu'est-ce qui nous manque si nous ne connaissons du jeu vidéo que le Solitaire ?

– M : Je ne sais pas, Socrate.

– S : Compare à un genre majeur et indiscutable. Prends le jeu de tir en première personne. Ce qui manque ici, c'est l'adresse, la tension qui va avec. Il n'y a pas cette exigence d'habileté dans la manipulation qui nous tient attachés à l'écran.

– M : Est-ce que c'est un critère ?

– S : Cela fonctionne. Si tu prends aussi bien un jeu de tir qu'un jeu de stratégie en temps réel ou encore un simulateur, il y a toujours cette part d'habileté qui est présente. Ce n'est pas étonnant : depuis le début, avec Pong, Space Invaders, Pac Man, ou même encore avant avec Spacewar, jouer c'est manipuler un objet à l'écran et c'est autour

de cette action immédiate que tout se passe. Tu prends toute l'arcade, ça repose là-dessus. Le jeu accélère et tu dois te débrouiller avec. Tetris, c'est le jeu vidéo par excellence. On dit que c'est un jeu de réflexion, parce que ça ressemble à un puzzle, mais on sait bien que c'est d'abord de l'adresse pour faire face à la vitesse qui augmente.

– M : D'accord, c'est l'habileté qui manque. Eh bien, voilà notre problème résolu.

– S : Oui, mais attends. Il ne marche pas, notre critère.

– M : Tu es à la hauteur de la réputation des philosophes, Socrate, tu compliques à loisir un problème qui devrait rester simple.

– S : Prends Civilization, par exemple, le grand modèle d'un jeu de stratégie au tour par tour, à travers lequel on revit toute l'histoire de l'humanité. C'est un jeu vidéo. Pourtant, il n'y est pas question de réflexes. On manipule certes des objets à l'écran, mais on a quand même tout son temps. Et, pourtant, Civilization n'est pas le Solitaire. On peut dire la même chose d'autres jeux en tour par tour. Je ne sais pas, Heroes of Might and Magic ou UFO...

– M : Où veux-tu en venir, Socrate ?

– S : Ce qui est intéressant dans Civilization, ou dans les jeux de ce genre, c'est qu'il y a un univers cohérent, un monde avec ses règles. Ce n'est pas le graphisme qui fait la différence. Qu'il y ait un monde, c'est cela qui fait que Adventure

était un jeu vidéo, en dépit du mode texte. Ce sont des jeux vidéo parce qu'ils proposent un monde.

– M : Alors, le jeu vidéo, ce serait une forme de jeu qui propose un monde avec lequel interagir ? Un monde virtuel avec ses règles ?

– S : Oui, voilà. Au fond, le jeu vidéo, ce serait essentiellement une simulation, une simulation pour le plaisir, avec un monde imaginaire cohérent et bien réglé. Une pâte à modeler numérique.

– M : Oui, mais les jeux traditionnels le font aussi.

– S : Que veux-tu dire ?

– M : Dans les wargames, il y a un monde : la carte. Il y a bien des règles. Et les jeux de rôle ? Et puis, qu'il y ait des règles, c'est le propre de tout jeu, non ? Les échecs, le Monopoly... Tu n'y es pas, Socrate, ton critère est trop large pour attraper les jeux vidéo.

– S : En effet, Mario.

– M : Comment faire ?

– S : Nous sommes dans l'embarras, mais nous ne pouvons pas abandonner.

– M : Comme tu voudras, Socrate.

– S : Reprenons. Un jeu vidéo, ça se joue avec un programme, on interagit, ça propose un monde et souvent il faut de l'habileté dans nos actions. Avec ça, nous n'avons pas une définition, mais une limite floue.

– M : Une limite floue ? Tu veux dire que certaines choses seront « plus ou moins » des jeux vidéo ?

– S : Le Solitaire est « moins un jeu vidéo » que Civilization.

– M : Ce n'est pas très satisfaisant.

– S : Certes, mais nous avons au moins appris quelque chose.

– M : Que veux-tu dire ?

– S : Nous avons d'abord appris que l'on ne parvient pas à une définition stricte du jeu vidéo, qui reposerait seulement sur des éléments identifiables comme l'écran, la machine, l'ordinateur, le programme, l'interface graphique. En tout cela, il nous a toujours manqué quelque chose.

– M : Et quoi donc ?

– S : Je ne pense pas qu'on puisse définir le jeu vidéo simplement par les objets que l'on utilise. On doit faire entrer en ligne de compte quelque chose d'irréductiblement subjectif.

– M : Qu'as-tu en vue en disant cela, Socrate ?

– S : Le jeu vidéo, il me semble que nous le reconnaissons d'abord comme une certaine forme d'expérience, une « expérience instrumentée », bien sûr, qui a besoin de l'écran et de la machine de calcul pour se produire. Et, avec cela, nous nous mettons dans un certain état, un « état ludique » qui ne ressemble à aucun autre. Au fond, ce n'est pas très différent de ce que

produisent la lecture ou le cinéma. Ce sont aussi des technologies culturelles.

– M : Comment cela ?

– S : Elles exploitent un dispositif technique particulier, le livre, le film, la salle de projection, l'écran, pour produire une certaine forme d'expérience. Disons un état livresque ou un état filmique. Et ces états instrumentés sont des états de retrait vis-à-vis du cours ordinaire de la vie sociale ; ce qui n'a pas été moins reproché à la lecture et au cinéma qu'aux jeux vidéo.

– M : Bien sûr !

– S : Et, pourtant, ces états ne sont pas les mêmes. Ils ne se ressemblent pas. Donc, du côté du jeu vidéo, je ne sais pas comment on pourrait le définir sans prendre en compte ces formes d'expérience, qui sont ressenties par le joueur. On doit se dire que le jeu vidéo propose une expérience spécifique, un jeu avec des univers simulés, engendrés par le calcul, où il y a de l'habileté souvent, et puis une certaine profondeur dans la simulation. Sinon, ce sont juste des jeux sur ordinateur.

– M : Et, entre des jeux sur ordinateur comme le Solitaire et de vrais jeux vidéo, il y a une limite floue.

– S : Tu vois, je crois qu'on s'est trop préoccupés de savoir ce qui différencierait les jeux vidéo du cinéma, avec une réponse facile ou trop facile : l'interactivité. Et on s'est trop peu demandé ce qui distinguait les jeux vidéo des jeux au sens ordinaire. Sur

quelles zones d'expérience sont-ils fondés qui n'appartiennent qu'à eux ?

– M : C'est tout à fait mon avis.

– S : Donc, nous pouvons dire cela : il y a dans les jeux vidéo de grands types d'expériences qui ont un air de famille. Pas une seule, d'ailleurs : jeux de tir, de stratégie, simulations, jeux de gestion, plates-formes, jeux de rôle, etc. On ne joue pas de la même manière. Tout cela s'est

bricolé au fur et à mesure de l'histoire des jeux.

– M : Des expériences avec un air de famille ? Voilà bien un critère extrêmement flou pour définir les jeux vidéo.

– S : Parce que tu as mieux, peut-être ? »

Mathieu Triclot, *Philosophie des jeux vidéo*, Zones, 2011

TABLE DES MATIERES

1 LES JEUX VIDEO : DU PHENOMENE DE SOCIETE AUX APPLICATIONS

MEDICALES **17**

1.1	IMPACT NEUROPSYCHOLOGIQUE DES JV CHEZ LE SUJET SAIN	18
1.2	IMPACT NEUROLOGIQUE CHEZ LE SUJET SAIN	20
1.3	SPECIALITES MEDICALES, CHIRURGICALES ET JV	22
1.3.1	MEDECINE PHYSIQUE ET REEDUCATION	22
1.3.2	GERIATRIE	23
1.3.3	OPHTALMOLOGIE	24
1.3.4	AUTRES DISCIPLINES	25
1.3.5	PSYCHIATRIE ET JEUX-VIDEO	25
1.3.6	APPRENTISSAGE	31

2 REVUE DE LA LITTERATURE DU RECOURS AUX JV ET A LA RV DANS LA PRISE EN CHARGE THERAPEUTIQUE DES PATIENTS SOUFFRANT DE SCHIZOPHRENIE **33**

2.1	CONTEXTE	33
2.2	OBJECTIF	34
2.3	METHODE	34
2.4	RESULTATS	35
2.5	DISCUSSION	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
2.5.1	PRINCIPAUX RESULTATS	43
2.5.2	INTERPRETATION DES RESULTATS	56
2.5.3	LIMITES	61
2.5.4	PROJETS, PERSPECTIVES	63

3 ANNEXES **65**

3.1	JV ET DISPOSITIFS CITES	65
3.2	LEXIQUE	68
3.3	CLASSIFICATION EMPIRIQUE DES JEUX VIDEO	70
3.4	TABLE DE TABLEAUX	76
3.5	TABLE DES FIGURES	77
3.6	Liste des abreviations	78
3.7	BIBLIOGRAPHIE	79

1 Les Jeux vidéo : du phénomène de société aux applications médicales

La pratique des Jeux Vidéos (JV) au sein de la population française a récemment été analysée dans la revue *L'Espace Géographique* grâce aux résultats de l'étude *Ludespace* (1). Deux mille cinq cent quarante-deux personnes, de onze ans et plus (dont cinq cents mineurs) ont répondu à un questionnaire sur leur pratique vidéoludique. Les résultats mettent en évidence une très forte proportion de joueurs dans la population française avec près de deux tiers des individus pratiquant un ou plusieurs JV. Chez les 11-17 ans cette proportion monterait à 97 % des garçons et 90 % des filles. Parallèlement le Syndicat des Editeurs de Logiciels de Loisirs (SELL) a fait paraître en 2015 les résultats d'une autre étude analysant la consommation des JV en France au travers d'un échantillon de 1002 sujets de 10 à 65 ans. Selon cette étude 74% des français seraient des joueurs au moins occasionnels, dont 56% d'hommes et 44% de femmes (2). Ces amateurs de JV ont en moyenne 35 ans, les 10-14 ans seraient tous joueurs et, plus surprenant, 59 % des plus de 55 ans. Ces derniers résultats sont toutefois à considérer avec précaution, en effet ils émanent de l'industrie du JV elle-même, le conflit d'intérêt est évident et d'autres auteurs (3) n'ont pas manqué de pointer les incohérences de cette étude. Cependant, loin de l'image du loisir régressif plébiscité par une communauté de joueurs masculins repliés sur eux même, le JV est devenu en quelques années un média extrêmement populaire s'adressant à un public large et hétérogène.

Dans le même temps, si l'on examine l'intérêt porté aux JV par la recherche en psychiatrie, on constate qu'elle est singulièrement focalisée. Deux thèmes sont particulièrement explorés : les risques addictifs et la propension à la violence des consommateurs de JV. Ainsi, près de la moitié des résultats retrouvés lors d'une recherche sur le serveur Pubmed associant les termes « video games » et « psychiatry » ont également pour mots clefs « addiction » et/ou « violence » (104 résultats sur 272 articles référencés avec les mots clefs « video games » et « psychiatry »). Il est surprenant que malgré de tels risques et une représentation sociale si négative, les JV bénéficient d'un tel attrait.

Le jeu, que l'on peut définir comme une action physique ou psychique agréable mais apparemment improductive, est une activité que l'on retrouve chez nombre de mammifères supérieurs (4). D'un point de vue évolutionniste la sauvegarde d'un comportement inutile voir nocif semble paradoxale, d'autant plus que sa diffusion s'observe chez plusieurs espèces. Toutefois, il est admis que le jeu, au-delà de son intérêt purement ludique, permet le

développement de capacités bénéfiques à l'individu qui le pratique. Ces constatations sont actuellement validées, que ce soit au niveau physique (sports), psychique (bien-être, hédonie) ou cognitif (développement des fonctions cognitives telles la mémoire, les fonctions exécutives, etc.). Le JV en tant que prolongement de ces activités *In Real Life* (IRL : cf. 3.2) permet le développement des mêmes capacités et est actuellement utilisé non seulement pour favoriser l'*empowerment* (cf. 3.2) d'une manière générale mais aussi en tant qu'outil thérapeutique en médecine.

Le JV est donc un phénomène récent, populaire et qui s'avère avoir très certainement un intérêt dans le domaine de la santé. Le travail présenté ici a pour ambition de dresser un état des lieux de nos connaissances actuelles sur l'impact de ces jeux sur le plan neurocognitif, sur leur utilisation dans le secteur de la santé et tout particulièrement auprès d'une population de patients, ceux souffrant de schizophrénie et de troubles apparentés. Ainsi seront abordés successivement la littérature concernant les effets neuropsychologiques des JV chez le sujet sain, l'utilisation de ces dispositifs en médecine en général puis en psychiatrie. Enfin, une revue de la littérature portant sur l'utilisation des JV auprès de sujets souffrant de schizophrénie sera présentée.

1.1 Impact neuropsychologique des JV chez le sujet sain

Un impact cognitif important des JV a pu être démontré, et plusieurs équipes ont mis en avant l'amélioration de certaines fonctions cognitives après utilisation de JV. Ainsi les *First Person Shooters* (FPS : cf. 3.3), très souvent décriés pour leur violence, semblent améliorer les fonctions cognitives liées à la vision telles la mémoire visuelle de travail (5), les perceptions de détails et de nuances de gris (6), la représentation et l'orientation dans l'espace (7), mais aussi les capacités d'attention avec un bénéfice sur l'apprentissage (8). Certaines de ces améliorations sont également constatées après utilisation d'un *puzzle game* (cf. 3.3) (9). Une étude portant sur l'impact d'un JV commercial d'entraînement cérébral a montré des améliorations des capacités de mémoire de travail, de vitesse d'analyse ainsi que des fonctions exécutives (9). On note que les fonctions cognitives améliorées seraient différentes selon le JV utilisé.

Les JV sont également utilisés auprès de sujets sains, dans une perspective d'optimisation de leurs capacités. Depuis plusieurs années, certaines forces armées ont recours aux JV comme base d'apprentissage, d'entraînement et de simulation pour le personnel militaire (10,11). Ces applications ne se limitent pas aux FPS mais, comme semble le montrer une étude financée par l'armée de l'air des États Unis d'Amérique (12), s'étendent à d'autres types de JV

comme les jeux de stratégies en temps réels (RTS pour *Real Time Strategy* : cf. 3.3). Ces derniers augmenteraient les capacités de concentration et de *switch* entre différentes informations, optimisant la prise de décision (« *fast-thinking* »).

Il faut toutefois pondérer cet enthousiasme par les effets indésirables que peuvent entraîner les JV, notamment violents, qui auraient tendance à diminuer les capacités d'empathie chez leurs utilisateurs. A l'inverse, des jeux dits « pro-sociaux » (comme *Lemmings*) augmenteraient la tendance aux comportements charitables (13). Dans une étude de cohorte, réalisée par Muniba et son équipe du centre d'étude de la violence de l'Iowa State University, 191 enfants âgés de 9 à 14 ans ont été recrutés pour jouer à trois types de jeux différents. Ces jeux étaient soit considérés comme violents (jeux d'action incluant des phases de combats et jeux de tir), soit neutres (flipper ou jeux d'adresse) soit considérés comme pro-sociaux (tel *Ty2* où l'on doit diriger un robot pour qu'il rende les membres de sa famille heureux en contribuant aux tâches ménagères). Les participants devaient ensuite choisir un certain nombre de *tangrams* (type de puzzle) de difficultés différentes à faire réaliser à un partenaire. Le choix d'une proposition au partenaire de réaliser des figures de *tangrams* difficiles était considéré comme un comportement « violent », alors qu'au contraire le choix d'épreuves faciles comme un acte pro-social. Les résultats ont montré une plus grande tendance aux comportements pro-sociaux chez les enfants ayant joué à *Ty2* et l'inverse chez ceux exposés aux jeux violents (13). Ces résultats semblent correspondre à ceux d'une autre étude analysant les capacités d'analyse des émotions faciales dans deux populations de joueurs (14). Une diminution des capacités de discernement d'émotions faciales dites positives et de meilleures capacités d'attention visuo-spatiale étaient constatées chez les joueurs de FPS. Ceux jouant à un « *non-action* » *video game* bénéficiaient quant à eux d'une meilleure discrimination des émotions faciales et de meilleures capacités d'attention visuo-spatiale. Ainsi, si l'on envisage le développement de jeux thérapeutiques, il sera indispensable de rester vigilant à la minimisation de possibles effets délétères tels que ceux induits par des jeux trop violents (15).

Les JV peuvent donc présenter un intérêt pour les sujets sains en stimulant certaines fonctions. A contrario, il semblerait que des effets délétères soient induits par certains types de JV. Qu'en est-il concernant les populations atteintes de pathologies ? Peuvent-elles aussi bénéficier d'améliorations qu'apporteraient les JV sans pour autant pâtir des conséquences négatives de ceux-ci ?

1.2 Impact neurologique chez le sujet sain

Très logiquement, lorsque l'on s'intéresse à l'impact que les JV peuvent avoir sur la santé (addiction et comportements violents mis à part), on constate que les neurologues et neuroradiologues sont parmi les plus prolifiques en matière de publications scientifiques sur ce thème. De nombreuses équipes se sont intéressées à l'impact d'une utilisation plus ou moins intensive des média vidéo-ludiques sur le cerveau, constatant des modifications de l'activation et du volume cérébral chez les joueurs.

Plusieurs équipes se sont intéressées à l'impact que peuvent avoir les JV sur le fonctionnement cérébral. Des études par imagerie ou électro-encéphalogramme ont montré des modifications de l'activité cérébrale chez les joueurs par rapport aux non-joueurs. Ainsi, chez les utilisateurs de JV, une diminution de l'activation au niveau du cortex-préfrontal dorsolatéral droit après entraînement a été observée, ce qui – d'après Lee et al. – correspondrait à de meilleures capacités d'orientation visuo-spatiale (16). De la même façon, la pratique du JV modifierait l'activation des zones responsables de la mémoire de travail, de l'attention et du contrôle moteur (17) induisant ainsi des réponses plus rapides des centres de la vision, notamment au niveau du cortex occipital (18). Ces modifications de l'activation cérébrale au cours d'un exercice seraient accompagnées de réactivation au repos des zones stimulées (19) ce qui améliorerait encore les capacités des joueurs. Les JV agiraient aussi sur les circuits de récompense. En effet, on a constaté une activation du striatum pendant et après utilisation (20,21).

Plusieurs équipes ont observé une augmentation du volume du cortex cérébral au niveau de différentes régions chez les utilisateurs de JV, régions correspondant à des capacités cognitives stimulées par ces JV. Ainsi la pratique d'un jeu de plateforme commercial (Super Mario 64) entraînerait une augmentation du volume de la partie droite de l'hippocampe, du cortex préfrontal dorsolatéral droit et du cervelet (22). Ces régions sont responsables de la navigation spatiale, de la planification des actions, de la mémoire de travail ainsi que des performances motrices. On a pu aussi noter dans d'autres études un volume supérieur au niveau du cortex pariétal postérieur droit chez les joueur de JV (23), correspondant à un bénéfice en matière de capacités visuospatiales. Il en serait de même au niveau des gyrus frontal supérieur, pariétal supérieur et précentral droits (24), ceci corrélé à de meilleures capacités de flexibilité mentale, de raisonnement abstrait ainsi que de formation de concepts et stratégies de réponse à l'évolution des contingences contextuelles. De la même manière le volume des cortex préfrontal dorsolatéral et frontal gauche augmenterait (centre des contrôles exécutifs, de la planification

des actions et de gestion du champ visuel) (25) il en serait de même au niveau de l'insula gauche (attention et fonctions sensori-motrice) (26).

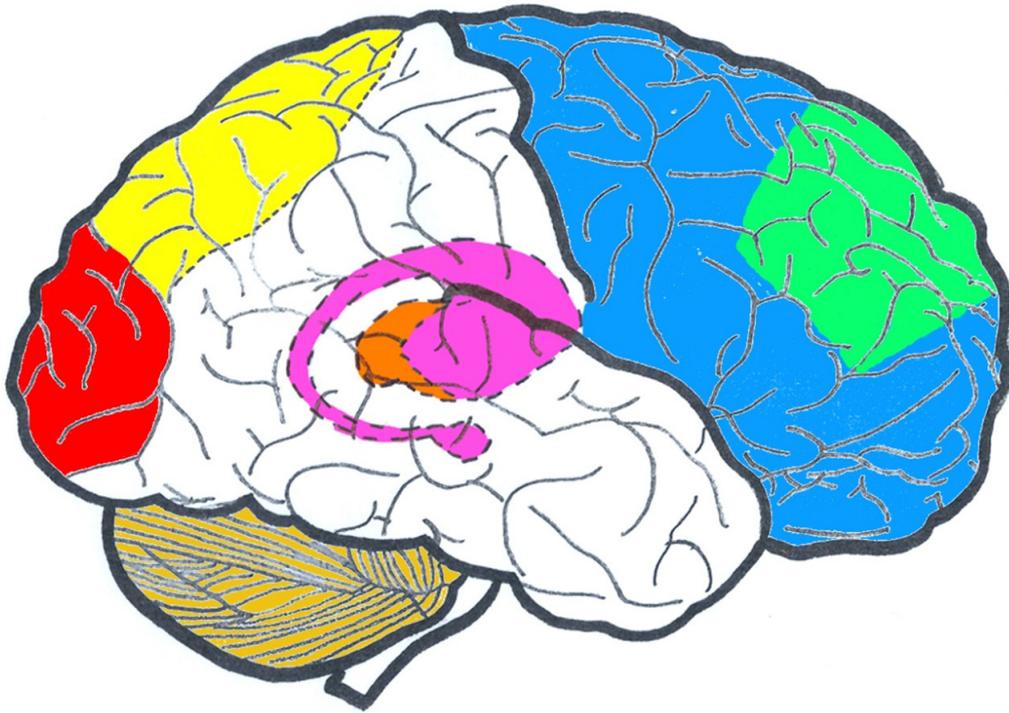


Figure 1. Représentation sagittale droite des structures anatomiques cérébrales présentant des modifications de l'activation et/ou du volume après usage de JV : cortex frontal, préfrontal, occipital, pariétal, striatum, hippocampe et cervelet

Ces différentes études mettent en évidence des modifications du fonctionnement et du volume cérébral suite à l'utilisation de JV. Cependant, on observe des différences concernant les localisations anatomiques de ces changements et parfois selon le type de modification. En ce qui concerne l'activité cérébrale par exemple, certains auteurs semblent considérer qu'une diminution de cette activité correspondrait à une amélioration de la fonction qu'elle entraîne (le cerveau aurait moins besoin de se mobiliser pour effectuer une même action et donc serait plus efficient). D'autres, par contre, constatent des augmentations de ces activations dans le temps.

L'intérêt de ces études est avant tout de constater que la pratique des JV a un impact sur le cerveau des joueurs. Au demeurant, du fait de notre connaissance imparfaite du fonctionnement cérébral, il est peut-être présomptueux de vouloir à l'heure actuelle expliquer ces changements et, a fortiori, d'en tirer des conclusions.

1.3 Spécialités médicales, chirurgicales et JV

1.3.1 Médecine Physique et Rééducation

En miroir des investigations et observations chez des sujets sains, il est tout naturel de voir se développer des programmes et JV visant à la réadaptation de patients aux fonctions lésées par la maladie ou les traumatismes. Ces jeux possèdent plusieurs qualités : facilité d'utilisation, adaptation à chacun, aptitude à renforcer la motivation et faible coût. Les JV sont ainsi utilisés dans la prise en charge de jeunes patients souffrant de pathologies neurodégénératives tels l'ataxie spinocérébelleuse (27). Le Kinect (cf. 3.2), par exemple, se prête bien aux exercices de coordination et d'équilibre. Ce même dispositif a été étudié chez des sujets sains et, bien que les performances physiques (dépense énergétique, fréquence cardiaque) ne soient que modérées en terme de coût métabolique, les chercheurs ont noté une augmentation de l'attention des participants, une diminution de l'attrition et une meilleure capacité à maintenir un effort constant par rapport à un exercice classique (28).

Les JV sont donc utilisés dans la prise en charge de patients cérébro-lésés que cela soit par accident vasculaire-cérébral (29) ou traumatisme (30) avec des améliorations notables. Citons comme exemple le serious-game (SG : cf. 3.2) français Voracy Fish où un patient cérébro-lésé doit diriger un poisson en utilisant les mouvements de ses membres supérieurs via l'interface Kinect (31). Les JV sont devenus de fait un outil de plus en plus courant dans des prises en charge de réhabilitation ou de kinésithérapie (32–34). Les apports des JV dans ces prises en charge sont listés dans le Livre Blanc du Rehab Gaming (Geronimi, M. ; Hombourger M.) (34) :

- accélération de la récupération motrice : optimisation du temps de rééducation, stimulation cognitives et sensorielles, amélioration de la plasticité et du retour d'une fonction, levée des freins psychologiques et moteurs ;
- renforcement de l'adhésion et de l'implication du patient : autocorrection, accroissement de la concentration, de la motivation et de la satisfaction ;
- amélioration de la prise en charge : personnalisation, individualisation de la prise en charge ;
- confrontation à des situations variées sans les risques réels.

Dans un registre très différent, le cas d'un patient souffrant d'une douleur d'un membre fantôme résistante aux thérapeutiques et réduite grâce à l'outil virtuel a été décrit (Ortiz-Catalan et al.) (35). Dans cet article, l'auteur nous présente un système informatique basé sur le principe de la thérapie miroir où l'ordinateur simulait le membre amputé. A partir de l'activité myoélectrique du moignon, détectée par l'ordinateur, le patient pouvait faire bouger son bras virtuel et progressivement l'amener à prendre des positions relaxantes avec effet antalgique.

1.3.2 Gériatrie

Les JV peuvent également être utilisés dans le domaine de la gériatrie, dans une perspective de prévention des détériorations cognitives de la personne âgée. L'utilisation de ces JV est favorisée par leur aspect motivationnel propre (36). Il faut toutefois prendre en compte l'âge des patients dans le choix du JV, les attentes n'étant pas les mêmes à 30 ou 80 ans (36,37). Boot et al. ont mis en évidence au cours de leurs recherches qu'un jeu d'action populaire ayant un impact bénéfique sur les capacités cognitives de jeunes adultes ne bénéficiait pas d'une bonne adhésion auprès d'un public plus âgé. Au contraire, Belchior et al. ont observé que, dans une population de personnes âgées, le recours à un jeu « simple » (Tetris) pouvait avoir les mêmes effets qu'un jeu plus apprécié dans des tranches d'âges plus jeunes (Medal Of Honor). On retrouve une amélioration des capacités d'attention après utilisation d'un jeu d'entraînement cérébral (38) ainsi qu'une amélioration de la vitesse de traitement de l'information (*processing speed*), de l'attention, de la mémoire visuelle immédiate et différée, ainsi que de l'assertivité et de l'« *affection* » (substantif désignant la confiance, l'insertion, l'acceptation des personnes de l'environnement) (39).

Une autre étude analysant l'impact d'un JV d'action chez des personnes âgées suggère que les JV pourraient être utilisés pour limiter la détérioration des fonctions cognitives liées à l'âge (40). Ainsi, dans la double étude de cohorte parue dans la revue scientifique Nature, les auteurs ont proposé une version d'aide au diagnostic du jeu NeuroRacer à 174 participants de 20 à 79 ans. Ils ont mis en évidence une altération du « *multitasking* » (capacité à accomplir plusieurs tâches en parallèle), dont l'intensité était corrélée à l'âge. Par la suite, ils ont fait participer 46 individus âgés de 60 à 85 ans à une deuxième étude dans laquelle ces derniers étaient répartis en trois groupes :

- le premier groupe jouait à une version adaptée de NeuroRacer spécialement conçue pour solliciter des capacités de *multitasking* (les participants devaient à la fois diriger une voiture sur un circuit et réagir en parallèle à l'apparition d'un signal vidéo),
- le deuxième groupe ne devait effectuer que l'une des deux tâches,

- le troisième groupe était un groupe témoin n'effectuant aucune tâche.

Le protocole prévoyait une séance de jeu d'une heure par jour, trois fois par semaine pendant quatre semaines. Après un mois de jeu puis six mois après le début de l'étude, les participants passaient des batteries de tests cognitifs. Les sujets n'avaient pas accès à NeuroRacer en dehors de la période d'entraînement. Les auteurs ont alors mis en évidence une amélioration des capacités de *multitasking* dans le premier groupe supérieure à celle du deuxième, elle-même bien supérieure au groupe témoin. Ces bénéfices ne restaient stables à six mois que dans le premier groupe. De plus, les auteurs ont constaté que d'autres capacités cognitives étaient améliorées dans le premier groupe, en particulier la mémoire de travail et les capacités d'attention soutenue. Ces résultats étaient corrélés à des examens par électro-encéphalogramme montrant des variations spécifiques dans les différents groupes. Ainsi, dans le premier groupe, on notait une augmentation de la puissance et de la stabilité de rythmes thêta marqueurs de capacités cognitives. En conclusion, les auteurs proposent une utilisation de JV adaptée à différentes fonctions cognitives afin d'en diagnostiquer les altérations et de comprendre les mécanismes neurologiques sous-jacents, dans l'objectif ultime d'améliorer ces capacités ou d'en freiner la détérioration.

1.3.3 Ophtalmologie

En ophtalmologie, les JV pourraient être un dispositif intéressant dans la prise en charge de pathologies n'ayant pas, jusqu'alors, de traitement spécifique réellement efficace, telle l'amblyopie de l'adulte. Après exposition à un FPS, on constate une diminution de la durée de "clignement attentionnel" (*attentional blink*), avec transfert à l'œil controlatéral (41), amélioration des fonctions visuelles (diminution du temps de suppression interoculaire, augmentation de l'acuité visuelle et parfois amélioration de la stéréopsie) (42). Les performances obtenues après utilisation de JV seraient supérieures à d'autres dispositifs de rééducation utilisés tels que la rééducation par vidéo (visionnage de séries télévisées avec occlusion de l'œil sain, considéré comme le *Gold Standard* dans la prise en charge de l'amblyopie de l'enfant, cette technique se basant sur une vision « passive » contrairement au JV) (43).

D'autres systèmes, bien que ne se basant pas sur des jeux « vidéo » stricto sensu, ont montré leur intérêt dans la prise en charge de patients souffrant de cécité (44,45). Ainsi, l'approche ludique par un média virtuel – l'"*Audio-based Environment Simulator*" (logiciel modélisant un environnement en trois dimensions (3D) que l'on peut explorer via des

indications auditives) – permettrait au patient d'avoir de meilleures capacités notamment d'adaptation dans l'exploration de son environnement.

1.3.4 Autres disciplines

Les JV sont également utilisés ou expérimentés dans d'autres disciplines et dans des registres variés. Ainsi une étude réalisée par une équipe de gastro-entérologie suggère qu'un jeu d'entraînement cérébral pourrait devenir un outil particulièrement sensible pour l'évaluation de l'évolution de pathologies hépatiques (46). Tartaglione et al. ont mis en évidence qu'un JV d'entraînement cérébral disponible sur iPad permettait de détecter des altérations cognitives subtiles présentes chez des sujets souffrant de cirrhose sans encéphalopathie et absentes chez des sujets sains ou atteints de pathologies hépatiques pré-cirrhotiques. On peut ainsi proposer au patient une évaluation cognitive réalisable à domicile et évitant le prélèvement biologique, avec transmission directe des informations numérisées au professionnel de santé. De plus, l'aspect contraignant de l'examen médical est compensé par le caractère ludique du système.

En pédiatrie, des applications ont déjà été envisagées, que ce soit dans la prise en charge et l'éducation de jeune patient diabétique (47,48) ou asthmatique (49), ou pour réduire l'anxiété liée à une anesthésie (50). L'utilisation de ce média comme outil d'éducation est validée (51). Certains auteurs militent en faveur de l'utilisation de SG pour améliorer la résilience et l'autonomie des patients mineurs atteints de cancer (52) dans le but de diminuer la souffrance psychique des jeunes malades et d'améliorer leur qualité de vie.

Ce rapide panorama montre que les dispositifs vidéoludiques ont, de toute évidence, un intérêt dans la prise en charge de différentes pathologies. Non seulement les JV permettraient d'améliorer ou compléter des prises en charge existantes, comme en médecine physique et rééducation, mais ils seraient également à même de soulager des maux résistants aux thérapeutiques usuelles, que ce soit chez des personnes souffrant de troubles de la vision ou pour des patients ayant subi une amputation. Cette utilité est-elle également avérée dans le champ de la psychiatrie, où, comme il a été énoncé plus tôt, le JV est avant tout perçu comme source de trouble ?

1.3.5 Psychiatrie et Jeux-vidéo

Comme dans les autres spécialités médicales, les JV attirent l'attention des professionnels. Il est amusant de noter que ce type de support intéresse des praticiens ayant des approches très différentes, aussi bien des chercheurs en neurobiologie (53) que des psychologues d'inspiration psychanalytique (54). Ce chapitre tente de dresser un état des lieux de l'utilisation actuelle du JV en psychiatrie et de son intérêt potentiel.

Les dispositifs présentés peuvent trouver une application à différents niveaux de prise en charge des patients souffrant de trouble psychique, que ce soit pour former les praticiens, pour améliorer l'évaluation clinique des patients ou en tant qu'outil thérapeutique. Pour assurer une meilleure lisibilité, les explorations ont été classées en fonction de la pathologie ciblée tout en spécifiant la place de ces dispositifs dans la prise en charge du patient. Un paragraphe est dédié aux logiciels de formation des praticiens.

1.3.5.1 Pédopsychiatrie

Ce chapitre se limite à présenter les innovations s'adressant spécifiquement aux patients de pédopsychiatrie. Certains des troubles, notamment le Trouble Déficit de l'Attention/Hyperactivité (TDAH) et les Troubles du Spectre de l'Autisme (TSA), sont traités séparément. En effet, bien que traditionnellement pris en charge par les pédopsychiatres en France, ils ne touchent pas que les patients mineurs, d'autant que certains des dispositifs présentés plus loin visent une meilleure intégration des patients sur le marché du travail.

En tant que cible initiale visée par l'industrie vidéo-ludique, les enfants constituent un public de choix pour l'utilisation de JV à visée thérapeutique. Plusieurs équipes à travers le monde utilisent le JV comme outil de médiation. Stora, psychologue, a utilisé le JV ICO, œuvre onirique de Fumito Ueda, pour animer des ateliers thérapeutiques et parvenir à créer une relation avec ses jeunes patients (54).

Coyle de l'Université de Dublin, a, lui, étudié le jeu Personal Investigator, programme en 3D conçu pour faciliter l'entretien avec de jeunes patients, auprès de vingt-deux adolescents avec des retours positifs (55). Via un schéma narratif emprunté aux récits d'enquêtes criminelles, le jeune joueur patient est amené à raconter sa propre histoire au thérapeute menant l'entretien. Brezinka utilise Treasure Hunt, un jeu visant à aider les enfants à intégrer les principes de thérapies cognitivo-comportementales et à s'exercer à domicile après les sessions de psychothérapie (56). Dans ce JV, le jeune patient effectue une chasse au trésor décomposée en six niveaux correspondant aux six niveaux de la psychothérapie. Ce JV s'adresse à des enfants souffrant de troubles anxieux, de troubles dépressifs ou de troubles du comportement.

Une équipe de l'Université d'Auckland a, pour sa part, réalisé une étude de non infériorité multicentrique randomisée contrôlée, visant à évaluer le recours au jeu SPARX versus une prise en charge usuelle dans le traitement de l'épisode dépressif caractérisé du sujet adolescent (57). SPARX est un JV se déroulant dans un monde fantastique conçu pour aider le patient grâce à une thérapie d'inspiration behavioriste. Il est découpé en sept niveaux correspondant chacun à des phases de la thérapie, allant de la relaxation à l'identification des

distorsions cognitives et à l'élaboration de pensées alternatives. Cent quatre-vingt-sept adolescents souffrant de symptômes dépressifs sans idées suicidaires ont été inclus dans l'étude et répartis dans deux groupes, l'un bénéficiant d'une Thérapie Cognitivo-Comportementale (TCC) traditionnelle, le deuxième ayant accès au programme SPARX. Les résultats ont mis en évidence une non-infériorité de ce JV versus la prise en charge habituelle et ces effets semblaient stables à 3 mois.

Enfin, en France, Jardri et al. de l'Université de Lille coordonnent actuellement un projet de développement d'une application permettant d'évaluer les phénomènes hallucinatoires de l'enfant : le programme MHASC pour Multisensory Hallucination Scale for Children (58). Ce programme est un outil complet ; il devrait être gratuit et totalement indépendant, son financement ayant été assuré par *crowdfunding* (mode de financement participatif utilisant l'Internet et les réseaux sociaux). L'enfant peut évoluer de manière autonome dans différents environnements correspondant aux modalités sensorielles étudiées qui permettent d'explorer les hallucinations dont il souffre. Les résultats de ces évaluations sont immédiatement disponibles pour le praticien qui peut suivre l'évolution des symptômes et l'efficacité de la prise en charge.

On note également, toujours en France, l'initiative de Pommereau et al., qui ont conçu un JV, Clashback, destiné à un public adolescent, mettant en scène des situations de conflit entre le jeune patient et des adultes (59). Ces scènes interactives permettent au thérapeute et à l'adolescent d'analyser ces interactions et d'élaborer des stratégies alternatives aux conflits.

1.3.5.2 Troubles du spectre autistique (TSA)

Un JV se basant sur des mesures électro-oculographiques a été développé, en Californie, dans le but d'améliorer les capacités d'attention visuelle des enfants atteints de TSA (Rapela et al.) (60).

D'autres chercheurs ont utilisé le JV pour tenter d'améliorer des capacités cognitives souvent altérées chez les personnes atteintes de TSA. Ainsi, Friedrich et al. se sont intéressés aux capacités de communication et de socialisation de cette population (61). Dans l'optique de perfectionner ces capacités, ils ont proposé le développement de jeux dont l'interface se baserait sur une association de biofeedback et de neurofeedback. Il a été démontré, au cours de précédentes études, que des défauts d'activation des neurones miroirs jouaient un rôle dans les difficultés d'interaction des sujets souffrant de trouble du spectre autistique (62). Par ailleurs, l'entraînement à l'auto-régulation des rythmes cérébraux par neurofeedback améliorerait les capacités d'échange dans cette population. En se basant sur l'hypothèse que ces difficultés seraient également liées à des altérations du système nerveux autonome, le protocole de l'étude

associait à cette approche un procédé de biofeedback (autorégulation du rythme cardiaque, de la conductance cutanée reflet de la sudation). Un dispositif, nommé *Social Mirror Game*, associant JV, neurofeedback et biofeedback a été mis au point avec pour objectif final d'améliorer les capacités d'interaction chez le sujet souffrant de TSA.

Smith et al. ont étudié l'impact d'un programme de réalité virtuelle (RV : cf. 3.2) d'entraînement à l'entretien d'embauche, le VR-JIT (pour *Virtual Reality-Job Interview Training*), auprès de 23 jeunes adultes souffrant d'un TSA de haut niveau. Ils ont noté un progrès dans leur statut socioprofessionnel six mois après cet entraînement (63). Des résultats préliminaires avaient déjà montré une amélioration des capacités des patients au cours de jeux de rôles et une augmentation de leur estime de soi après utilisation de ce logiciel (64).

Selon Georgescu et al. (65) les outils vidéo, et le recours à un personnage virtuel pour simuler des interactions sociales apparaissent d'un grand intérêt dans l'étude, l'éducation et la prise en charge thérapeutique des sujets souffrant de trouble du spectre autistique de haut niveau.

Enfin, nous pouvons citer ici le SG à l'attention des enfants souffrant de TSA destiné à améliorer leurs capacités de reconnaissance faciale développé par Tanaka et al. de l'Université de Victoria en Colombie Britannique : le programme *Let's Face It !* (66). Les auteurs ont démontré une efficacité modérée de ce programme après un essai contrôlé auprès de 42 enfants. Ce jeu est actuellement téléchargeable gratuitement sur le site de l'Université.

1.3.5.3 Troubles du comportement alimentaire (TCA)

L'utilisation d'un SG (*Playmancer*) visant la régulation des émotions en association aux techniques de TCC usuelles est présentée dans un case report portant sur la prise en charge d'une patiente souffrant de boulimie (67). Il s'agit d'un SG thérapeutique ciblant les troubles du comportement alimentaire et les troubles du contrôle de l'impulsion. Dans ce jeu, le patient contrôle un avatar évoluant dans un monde en trois dimensions et doit résoudre des séries d'épreuves nécessitant de prendre en compte divers paramètres. Un dispositif de biofeedback est associé et une partie du jeu nécessite que le joueur garde le contrôle de certaines de ses constantes (fréquence cardiaque, conductance cutanée...). Ce jeu a été utilisé et étudié dans la prise en charge d'autres troubles, notamment en addictologie. Les auteurs ont constaté une diminution de l'impulsivité, de l'anxiété et de la recherche de nouveauté après recours à ce logiciel. Par la suite, la même équipe a étudié l'effet de ce SG sur neuf patients souffrant de boulimie en association avec une TCC, notant une diminution de l'impulsivité au fur et à mesure de l'utilisation du logiciel (68).

D'autres techniques vidéo-ludiques, comme la RV, ont aussi été explorées. Ainsi, le craving à la nourriture que ressentait 87 étudiants après exposition à des scènes de repas en RV a été analysé (69). Les résultats sont en faveur d'un recours à ce type de technologie dans le cadre de thérapie d'exposition.

Ce même type d'environnement virtuel a été utilisé auprès de 34 patients souffrant de TCA pendant un an (70). Les sujets ont bénéficié soit d'une thérapie d'inspiration TCC classique, soit d'une TCC utilisant la RV. Les environnements virtuels correspondaient à des situations dans lesquelles les sujets pouvaient travailler sur l'image de leur corps en distinction de leur corps réel. Il leur était par exemple demandé de manipuler un corps en 3D pour qu'il corresponde à l'image qu'ils se faisaient d'eux-mêmes puis le résultat était confronté à une représentation fidèle de leur corps. Au terme de leur étude, les auteurs ont conclu à une supériorité de la TCC utilisant les principes de RV par rapport à la prise en charge classique.

La RV a également été mobilisée dans le cadre d'une thérapie d'exposition chez un sujet souffrant d'anorexie avec des résultats positifs sur le rapport à l'alimentation et le poids de la patiente (71). Une étude a ensuite démontré la validité clinique du recours à la RV dans la prise en charge des patients souffrant de TCA (72).

1.3.5.4 Troubles anxieux et syndrome de stress post-traumatique (PTSD)

La prise en charge des troubles anxieux par les JV et la RV a particulièrement été étudiée en vue d'apporter des soins aux vétérans de guerre souffrant d'état de stress post-traumatique ou de détecter les sujets à risque. Highland et al. ont eu, par exemple, recours à la RV associée à des dosages biologiques auprès de 80 soldats leur permettant de détecter les sujets dont le risque de développer un PTSD était important (73). Dans cette étude, partant du constat d'un taux élevé de catécholamines dans le sang des patients souffrant de PTSD, ils ont analysé les dosages biologiques de plusieurs soldats après exposition à des scènes de combat en RV. Un essai clinique randomisé en double aveugle a été effectué comparant l'efficacité d'un traitement associant RV et d-cycloserine à celle d'un traitement associant RV et alprazolam et à celle d'un placebo associé à de la RV dans la prise en charge de 156 vétérans souffrant de PTSD (74). Au terme de cette étude les auteurs ont conclu à une supériorité de la d-cycloserine sur l'alprazolam et à une efficacité de la RV seule. Une autre étude a proposé d'utiliser la RV représentant des scènes de combat en y associant des mesures biologiques pour détecter des PTSD sub-symptomatiques (75).

La population des accidentés de la route a également été explorée. Ainsi, les JV et la RV ont été utilisés pour détecter l'anxiété chez quatorze sujets victimes d'accident de la voie

publique (AVP) (76). Sept de ces sujets dont le test était positif ont par la suite bénéficié de thérapie orientée TCC basée sur les JV et la RV avec des effets bénéfiques. Une autre étude, recherchant l'efficacité d'un traitement par RV dans la prévention du PTSD chez 200 patients victimes d'AVP est actuellement en cours (77).

La RV a été utilisée auprès de 106 victimes d'agression physique dans un objectif de dépistage (78). Un mois après leur prise en charge à l'hôpital, celles-ci ont été exposées à un environnement virtuel et ont passé des auto-questionnaires évaluant les symptômes de PTSD et les idées de persécution. Les auteurs ont constaté que les résultats de ce test permettaient de prédire l'évolution des symptômes à six mois et de détecter les sujets à risque. Holmes et al. ont, quant à eux, émis l'hypothèse que le JV *Tetris* pourrait servir de « vaccin » au développement de symptômes de PTSD (79). Après avoir exposé 40 sujets à des images traumatisantes ils les ont séparés en deux groupes. Un groupe devait jouer à *Tetris*, l'autre groupe devait jouer à un jeu de quizz textuel (*Pubquizz*). Les auteurs ont noté que les sujets du premier groupe souffraient moins de flashbacks involontaires et pouvaient utiliser leur mémoire volontaire de façon normale. Une intervention cognitive précoce jouant sur la malléabilité de la mémoire pourrait permettre de prévenir les symptômes de PTSD.

Les JV peuvent aussi aider à la prise en charge d'autres troubles anxieux comme l'agoraphobie. Ainsi, l'efficacité de différents traitements dans la prise en charge de ce trouble (paroxétine seule, paroxétine et TCC ou paroxétine associée à une TCC et à une thérapie d'exposition en RV) a été comparée au sein d'un essai randomisé contrôlé incluant une cohorte de quatre-vingt-dix-neuf patients (80). Les groupes avec prises en charge combinées ont bénéficié d'améliorations – appréciées selon l'évaluation de certains symptômes – plus importantes que le groupe exposé uniquement à la paroxétine, le groupe avec RV ayant de meilleurs résultats en cas de confrontation au stimulus anxiogène.

1.3.5.5 Trouble du déficit de l'attention avec hyperactivité (TDAH)

Les enfants souffrant de TDAH présentent un attrait particulier pour les écrans et les JV qui stimulent leur attention. Forts de cette constatation, Lim et son équipe ont analysé, auprès de 20 enfants souffrant de TDAH non traités, l'utilisation d'un JV basé sur une interface faisant appel au neurofeedback (81). Les sujets devaient contrôler les mouvements de leur avatar via la détection de leurs ondes cérébrales par EEG. Les auteurs rapportent un effet positif avec diminution des scores aux échelles d'hyperactivité et de déficit de l'attention après huit semaines d'exposition.

Un JV appelé Classe Virtuelle (82), basé également sur le neurofeedback, a été développé à l'attention des enfants souffrant de TDAH. Une étude préliminaire avait mis en évidence des résultats différents entre enfants souffrant de TDAH et enfants témoins. Les résultats de l'étude évaluant l'impact du recours à ce JV pour les enfants souffrant de TDAH sont en attente (83).

1.3.5.6 *Troubles de l'usage des substances (TUS)*

Le JV européen collaboratif *Playmancer* est également utilisé en addictologie. Seize sujets joueurs pathologiques ont eu accès à ce programme. Une diminution des scores d'impulsivité et de craving comparable à celle obtenue avec les TCC usuelles a été constatée (84). La RV a également été utilisée au sein de cette population. Park et al., dans le cadre d'une thérapie d'exposition, ont fait se confronter douze joueurs à des situations de jeu en RV (casino virtuel). Le craving initialement observé au début de l'étude diminuait progressivement au fur et à mesure des expositions associées à de l'entraînement à la relaxation (85). Le même auteur a comparé la RV à la TCC dans la prise en charge d'une dépendance au tabac chez 30 sujets (86). Les résultats préliminaires sont en faveur d'une équivalence des deux traitements. La RV peut également être un outil de recherche, notamment dans l'analyse du craving de patients souffrant d'un TUS à l'alcool en fonction de l'environnement dans lequel ils se trouvent (87). Ainsi, un impact bénéfique d'un JV diminuant les scores aux échelles d'envie compulsive de consommer a été observée chez 41 vétérans souffrant de TUS à l'alcool (88).

1.3.5.7 *Trouble Bipolaire*

Le trouble bipolaire, classiquement décrit comme une pathologie cyclique avec récupération des capacités du sujet en inter-crise, n'a pas bénéficié du même élan dans le développement de JV à destination des patients. Il faut tout de même souligner le développement par Ubisoft, en association avec les laboratoires Astra-Zeneca, d'un SG éducatif pour les patients souffrant d'un trouble bipolaire : *Bipolife* (89). Dans ce JV, le patient contrôle un avatar atteint du trouble thymique et doit, grâce à une hygiène de vie saine et à l'observance thérapeutique, empêcher les rechutes.

1.3.6 *Apprentissage*

Le recours aux JV n'est pas limité à la prise en charge des patients. Comme dans les autres spécialités médicales, la simulation peut être un outil pour l'apprentissage et la transmission du savoir. Certains logiciels permettent d'acquérir de l'expérience dans la prise en charge de patients à risque suicidaire (90). Vallance et al. ont présenté un JV multijoueur d'entraînement

à l'entretien pédopsychiatrique dans lequel l'enseignant prend le rôle de l'enfant et les étudiants celui des professionnels de santé (91). Des simulations permettant l'amélioration de la prise en charge d'une patientèle transculturelle ont également été développés (92).

Les JV sont ainsi envisagés comme des outils potentiellement utilisables dans la prise en charge de patient souffrant de troubles psychiques divers. Cependant, l'état actuel de la recherche concernant les JV en psychiatrie et de la pratique les incluant dans les prises en charge semble moins avancé que dans d'autres spécialités médicales. De nombreux articles font état de dispositifs en développement et presque aucune intervention n'est disponible ou validée à l'heure actuelle.

2 Revue de la littérature du recours aux JV et à la RV dans la prise en charge thérapeutique des patients souffrant de schizophrénie

2.1 Contexte

Comme décrit précédemment, les outils numériques ludiques ont bénéficié au cours des dernières décennies d'un intérêt grandissant de la part des chercheurs et cliniciens. Leur utilisation, loin d'être limitée à une activité occupationnelle, s'étend jusqu'à la prise en charge thérapeutique de patients souffrant de troubles psychiatriques. Cette approche nouvelle permet de traiter des pathologies complexes, non seulement en complément des thérapeutiques usuelles mais aussi, parfois, en alternative à ces dernières. Il peut être envisageable qu'un jour ces interventions puissent faire partie de l'arsenal thérapeutique à disposition des cliniciens. L'atout principal de ces outils est leur capacité à prendre en charge des pathologies dont le traitement s'avère difficile. La possibilité d'exposer les patients acrophobes au vide en est un exemple. Certains symptômes caractéristiques des troubles schizophréniques restent actuellement peu accessibles aux soins usuels. Ces alternatives thérapeutiques ont-elles un intérêt dans leur prise en charge ?

La schizophrénie est une pathologie chronique invalidante dont l'expression est marquée par des symptômes dont la prise en charge est complexe. Ces symptômes se regroupent en syndromes, présents en proportion variable en fonction des sujets. Traditionnellement, sont distingués les symptômes positifs (correspondant aux idées délirantes, hallucinations...), négatifs (repli et isolement social, émoussement affectif...) et les éléments de désorganisation (discordance idéo-affective, désorganisation du discours et de la pensée...). Les altérations cognitives forment un syndrome individualisé, qui interagirait avec les autres syndromes (93). Les sujets souffrant de schizophrénie présenteraient des altérations cognitives dites « froides » (attention, mémoire, fonctions exécutives...), des altérations cognitives dites « chaudes », correspondant à des altération de la cognition sociale (permettant l'interaction avec l'autre), ou encore des altérations métacognitives (conscience et connaissance de son propre fonctionnement cognitif) (94,95). Selon certains auteurs, ces symptômes, loin d'être isolés des signes cliniques classiques, posséderaient un lien fort avec ces derniers (93). Citons l'exemple d'un sujet souffrant de schizophrénie entraînant une altération de ses capacités de cognition sociale. Les difficultés à décrypter l'émotion de l'autre pourraient l'amener à considérer autrui comme potentiellement hostile. Ce mécanisme alimenterait alors un sentiment de persécution (96).

Les altérations cognitives représentent un handicap pour les personnes souffrant de cette pathologie (97,98) et un défi pour leur prise en charge. Ces manifestations cliniques ne sont pas, à l'heure actuelle, soulagées par les thérapeutiques médicamenteuses usuelles. Aussi depuis quelques années, les prises en charge en remédiation cognitive se sont développées en complément des soins psychothérapeutiques, institutionnels (tels les hôpitaux de jour), d'ergothérapie ou de psychomotricité. Ces prises en charge jouent un rôle majeur dans la réhabilitation de ces patients. Dans ce cadre, l'utilisation d'outils numériques présente un intérêt potentiel et, à ce titre, il est important de les explorer. Ainsi, se développent actuellement des outils novateurs à visée thérapeutique.

Les outils numériques comme vecteur de soins pourraient à court terme devenir courants dans la pratique clinique. Avec la démocratisation des ordinateurs, smartphones, tablettes et peut être bientôt des dispositifs de RV, les médecins et leurs patients peuvent appréhender différemment les soins. Ainsi, nombre d'applications ont été développées dans le but d'aider les patients dans la gestion de leur traitement ou encore d'évaluer leurs symptômes (99). Parmi ces outils numériques, les JV semblent être intéressants compte tenu de leur impact cognitif et de l'attrait qu'ils exercent, en particulier auprès d'une population souffrant à la fois d'altérations des fonctions cognitives, mais également d'apathie et de manque de motivation.

A notre connaissance, il n'existe à l'heure actuelle aucune publication référençant les diverses initiatives développées dans ce champ de recherche. Il nous est apparu intéressant de faire un état des lieux de l'utilisation des JV et de la RV dans la prise en charge thérapeutique des patients souffrant de schizophrénie ou de troubles apparentés puis de mettre cela en perspective avec l'utilisation des JV en médecine et plus spécifiquement en psychiatrie.

2.2 Objectif

L'objectif de cette revue de la littérature est de réaliser une synthèse de tous les articles portant sur l'utilisation des JV et de la RV dans la prise en charge thérapeutique des sujets souffrant de schizophrénie.

2.3 Méthode

Une recherche de toutes les études portant sur l'utilisation des JV dans la prise en charge des sujets souffrant de schizophrénie publiées jusqu'en en Octobre 2016 a été réalisée, sans limitation concernant la date de publication. Les articles ont été recensés à partir des bases de données électroniques PubMed, PsycInfo et Scopus, grâce à une équation de recherche incluant

les *Medical Subject Headings* (Mesh) suivants : « *video games* » associé à « *schizophrenia* ». De nombreux auteurs n'utilisent cependant pas le terme de JV pour nommer leurs outils, lui préférant les termes de RV, logiciel ou programme. De ce fait, les recherches ne se sont pas limitées au terme Mesh « *video games* » et la recherche a été étendue aux termes « *virtual reality* » et « *therapy, computer-assisted/methods* ». Les références citées dans les articles sélectionnés ont été examinées afin d'identifier toute étude supplémentaire pertinente.

Les critères d'inclusion étaient les suivants :

- publications en français, anglais ou espagnol dans une revue avec comité de lecture ;
- population cible : patients souffrant de schizophrénie ou de trouble psychotique apparenté ;
- utilisation d'un JV à visée thérapeutique ou de la RV ou d'un outil remplissant les critères de JV ou de RV.

Les critères d'exclusion étaient les suivants :

- population autre que celle souffrant de schizophrénie ;
- les études analysant un effet autre que thérapeutique du JV ou de la RV (dépendance, facteur de risque de violence, utilisation à visée de recherche) ;
- les études utilisant le JV ou la RV comme témoin par rapport à une autre intervention ;
- les études utilisant une technique informatique autre que relevant du JV ou de la RV ;
- les articles d'opinion.

Une sélection des articles selon leur pertinence a ensuite été réalisée, dans un premier temps par lecture du titre, puis de l'abstract. Afin d'approfondir l'analyse, une lecture du texte entier des articles sélectionnés a été effectuée dans un deuxième temps.

2.4 Résultats

Au total 451 articles ont été retrouvés en appliquant ces critères de recherche, 106 via le serveur PubMed, 103 pour PsycInfo et 212 avec Scopus. Les titres de ces publications ont été examinés et les doublons éliminés. Après application des critères de sélection et exclusion des doublons 406 publications ont été exclues de cette revue et 45 ont été sélectionnées. Ce dernier groupe a bénéficié d'une lecture attentive de l'abstract et du corps du texte et 20 articles ont été exclus à nouveau. À l'issue de ces différentes étapes, 25 publications correspondant aux critères de recherche et dont le contenu avait un intérêt significatif pour la revue de la littérature ont été incluses au sein de cette étude.

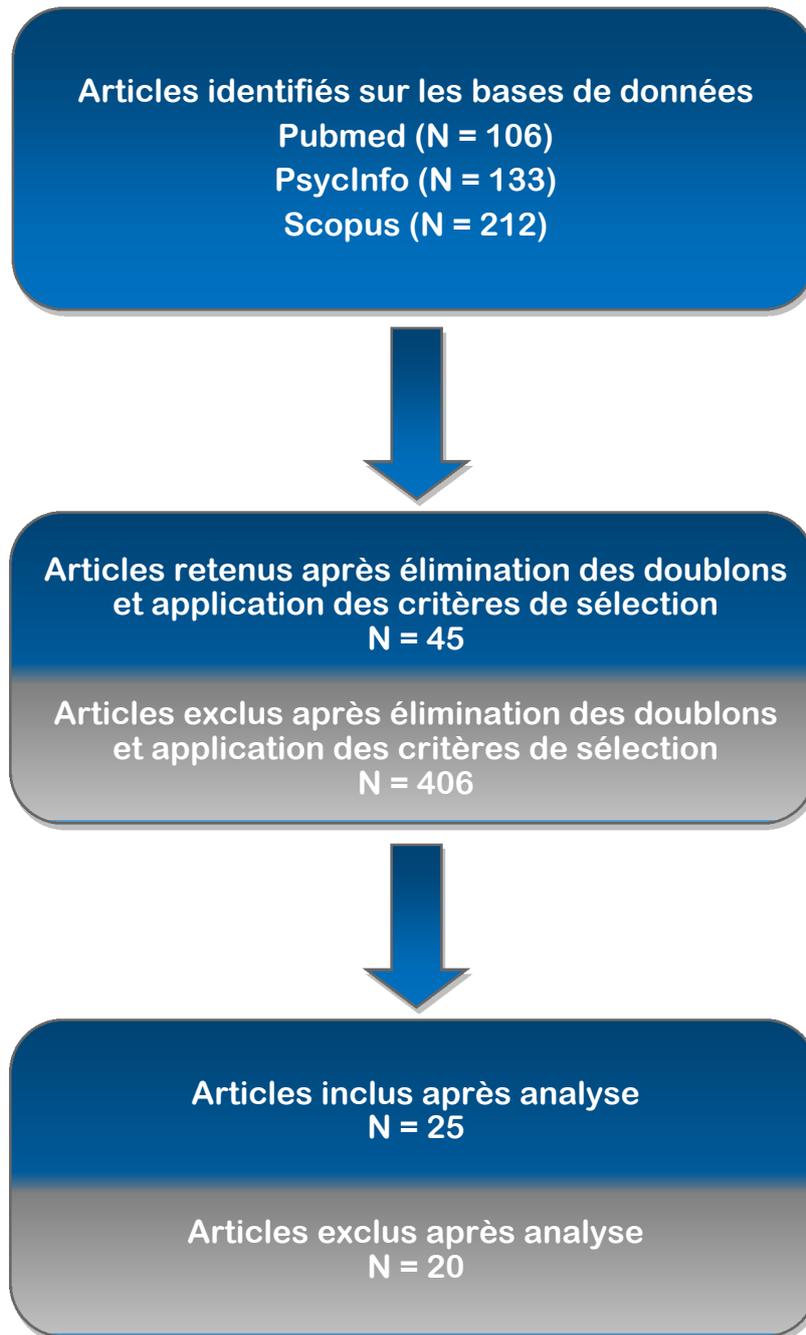


Figure 2. Flow Chart récapitulatif des articles retenus pour la revue de la littérature

Titre	Auteur	Année	Pays (du 1 ^{er} auteur)	Type	Dispositif	Cible	Nombre de sujets	Echelles utilisées	Conflits d'intérêt
The application of virtual reality to the understanding and treatment of schizophrenia.(100)	Tichon J	2003	Australie	Etude préliminaire	SG RV	Symptômes			Non déclarés
VR-based conversation training program for patients with schizophrenia: a preliminary clinical trial.(101)	Ku J	2007	Corée du Sud	Essai clinique préliminaire	SG	Habiletés sociales	10	-PANSS -Echelles spécifiques	Non déclarés
The effect of internet video game play on clinical and extrapyramidal symptoms in patients with schizophrenia.(102)	Han DH	2008	Corée du Sud	Lettre aux éditeurs	SGing	Symptômes	81	-SAPS -AIMS	Non déclarés
Virtual reality in schizophrenia : A risk or a therapeutic tool ?(103)	Lallart É	2008	France	Etude préliminaire	SG RV	Remédiation	20	-échelle de présence	Non déclarés
Effect of the adapted Virtual Reality cognitive training program among Chinese older adults with chronic schizophrenia: a pilot study.(104)	Chan CL	2010	Chine	Essai préliminaire contrôlé randomisé monocentrique	SG RV	Remédiation cognitive	27	- Cognistat -Volitional questionnaire -Simulator sickness questionnaire	Pas de conflit d'intérêt déclaré
A virtual reality application in role-plays of social skills training for schizophrenia: a randomized, controlled trial.(105)	Park KM	2011	Corée du sud	Essai contrôlé randomisé	SG RV	Habiletés sociales	91	-SBS -Rathus	Non déclarés
Improving social behaviour in schizophrenia patients using an integrated virtual reality programme: a case study.(106)	Rus-Calafell M	2012	Espagne	Rapport de cas	SG	Cognition sociale	1	-PANSS -SADS -SFS	Non déclarés

Titre	Auteur	Année	Pays (du 1 ^{er} auteur)	Type	Dispositif	Cible	Nombre de sujets	Echelles utilisées	Conflits d'intérêt
Spatial memory deficits in a virtual reality eight-arm radial maze in schizophrenia.(107)	Spieker EA	2012	USA	Essai contrôlé	SG	Remédiation cognitive	72	-BPRS -SANS -RBANS	Pas de conflit d'intérêt déclaré
Cognitive rehabilitation of schizophrenia through NeuroVr training.(108)	La Paglia F	2013	Italie	Essai préliminaire	SG RV	Remédiation cognitive	12	-MMSE -ToL -TMT	Non déclarés
Neurocognition, presence and acceptance of a VR programme for psychotic patients: a correlational study.(109)	Rus- Calafell M	2013	Espagne	Etude préliminaire	SG	Cognition sociale	12	-SCIP -CPT II	Non déclarés
A virtual reality-based vocational training system (VRVTS) for people with schizophrenia in vocational rehabilitation.(110)	Tsang MMY	2013	Chine	Essai contrôlé randomisé en simple aveugle	SG	Milieu professionnel	75	-BNCE -DVT -RBMT -WCST -VCRS -Echelles spécifiques	Pas de conflit d'intérêt déclaré
Improving social cognition in schizophrenia: a pilot intervention combining computerized social cognition training with cognitive remediation. (111)	Lindenm ayer JP	2013	USA	Etude préliminaire	SG	Cognition sociale	59	-FEIT -FEDT -MSCEIT (MATRICS) -MCCB -PANSS -PSP	Non déclarés

Titre	Auteur	Année	Pays (du 1 ^{er} auteur)	Type	Dispositif	Cible	Nombre de sujets	Echelles utilisées	Conflits d'intérêt
Computer-assisted therapy for medication-resistant auditory hallucinations: proof-of-concept study. (112)	Leff J	2013	Angleterre	Etude préliminaire	SG	Symptôme	16	-PSYRATS -BAVQ-R -CDS	Pas de conflit d'intérêt déclaré
Avatar therapy for persecutory auditory hallucinations: What is it and how does it work? (113)	Leff J	2014	Angleterre	Autre	SG	Symptômes	0		Non déclarés
Can virtual reality reduce reality distortion? Impact of performance feedback on symptom change in schizophrenia patients. (114)	Moritz S	2014	Allemagne	Essai préliminaire	SG	Symptômes	33	- Paranoia Checklist du POD	Pas de conflit d'intérêt déclaré
Simulated job interview improves skills for adults with serious mental illnesses. (115)	Humm LB	2014	USA	Etude préliminaire	SG	Milieu professionnel	10	-Echelle spécifique empirique -Likert Scale	Non déclarés
RC2S: A Cognitive Remediation Program to Improve Social Cognition in Schizophrenia and Related Disorders. (116)	Peyroux E	2014	France	Essai préliminaire	SG	Cognition sociale	4		Pas de conflit d'intérêt déclaré
A virtual reality-integrated program for improving social skills in patients with schizophrenia: a pilot study. (117)	Rus-Calafell M	2014	Espagne	Etude préliminaire	SG	Cognition sociale	12	-PANSS -Assertion Inventory -SSIT -SFS -SADS	Non déclarés

Titre	Auteur	Année	Pays (du 1 ^{er} auteur)	Type	Dispositif	Cible	Nombre de sujets	Echelles utilisées	Conflits d'intérêt
Virtual reality for treatment compliance for people with serious mental illness. (118)	Välimäki M	2014	Finlande	Revue de la littérature Cochrane	SG RV	Adhésion thérapeutique			Présence de conflits d'intérêt
An exploration of the ecological validity of the Virtual Action Planning-Supermarket (VAP-S) with people with schizophrenia. (119)	Aubin G	2015	Canada	Etude préliminaire	SG	Activité de la Vie Quotidienne	5	-PRPP -Short Presence Questionnaire -Simulator Sickness Questionnaire	Pas de conflit d'intérêt déclaré
The Impact of Aerobic Exercise on Brain-Derived Neurotrophic Factor and Neurocognition in Individuals With Schizophrenia: A Single-Blind, Randomized Clinical Trial. (120)	Kimhy D	2015	USA	Essai contrôlé randomisé en simple aveugle	SGing RV	Remédiation cognitive	33	-MCCB (MATRICS) -SAPS/SANS -BDI/BAI	Pas de conflit d'intérêt déclaré (pour ce projet)
Effectiveness of a programme based on a virtual reality game for cognitive enhancement in schizophrenia. (121)	López-Martín O	2015	Espagne	Essai clinique randomisé contrôlé	SGing	Remédiation cognitive	40	-MATRICS	Pas de conflit d'intérêt déclaré
Virtual reality job interview training and 6-month employment outcomes for individuals with schizophrenia seeking employment. (122)	Smith MJ	2015	USA	Essai contrôlé randomisé	SG	Milieu professionnel	30	-RBANS -BLERT -Emotional Perspective-Taking Task -TEQ Likert Scale -Self Confidence Likert scale -Echelle spécifique	Présence de conflits d'intérêt

Titre	Auteur	Année	Pays (du 1 ^{er} auteur)	Type	Dispositif	Cible	Nombre de sujets	Echelles utilisées	Conflits d'intérêt
A Serious Game to Improve Cognitive Functions in Schizophrenia : A Pilot Study (123)	Amado	2016	France	Etude pilote	SG	Remédiation cognitive	7	-BPRS -GAF -EAS -S-QUOL -SERS -BIS -D2 cancellation test -WAIS-III -Clinical memory scale for adults 3 rd edition -Grober and Buschke verbal learning test -Zoo map test -BADS -Rey-Osterrieth Complex Figure Test -test virtuel des mémoires rétrospective et prospective	Pas de conflit d'intérêt déclaré
Counter striking psychosis: Commercial video games as potential treatment in schizophrenia ? A systematic review of neuroimaging studies. (124)	Suenderh auf	2016	Suisse	Revue de la littérature	SGing	Remédiation cognitive			Non déclarés

Tableau 1 Description des publications incluses dans la revue de la littérature

SG: *Serious Game* ; SGing : *Serious Gaming* ; RV : *Réalité virtuelle*

AIMS : *Abnormal Involuntary Movement Scale* ; BADS : *Battery for Assessment of Dysexecutive Syndrome* ; BAI : *Beck Anxiety Inventory* ; BAVQ-R : *Belief About Voices Questionnaire – Revised* ; BDI : *Beck Depression Inventory* ; BIS : *Birchwood Insight questionnaire* ; BLERT : *Bell Lysaker Emotion Recognition Task* ; BNCE : *Brief Neuropsychological Cognitive Examination* ; BPRS : *Brief Psychiatric Rating Scale* ; CDS : *Calgary Depression Scale* ; CPT II : *Continuous Performance Test II* ; DVT : *Digit Vigilance Test* ; EAS : *Échelle de l'Autonomie Sociale* ; FEDT : *Facial Emotion Discrimination Task* ; FEIT : *Facial Emotion Identification Task* ; GAF: *Global assesment functioning scale* ; MATRICS : *Measurement and Treatment Research to Improve Cognition in Schizophrenia* ; MCCB : *MATRICES Consensus Cognitive Battery* ; MMSE : *Mini Mental State Examination* ; MSCEIT : *Mayer-Salovey-Caruso Emotional Intelligence Test* ; PANSS : *Positive And Negative Syndrome Scale* ; POD : *Questionnaire on Paranoid, Obsessive-Compulsive, and Depressive Symptoms* ; PRPP : *Perceive, Recall, Plan and Perform System of Task Analysis* ; PSP : *Personal and Social Performance Scale* ; PSYRATS : *Psychotic Symptom Rating Scale* ; RBANS : *Repeatable Battery for the Assessment of Neuropsychological Status* ; RBMT : *Rivermead Behavioural Memory Test* ; SADS : *Social Avoidance and Distress Scale* ; SANS : *Scale of Assesment of Negative Symptoms* ; SAPS : *Scale of Assesment of Positive Symptoms* ; SBS : *Social Behavior Scales* ; SCIP : *Screen for Cognitive Impairment in Psychiatry* ; SERS : *Self-Esteem Rating Scale* ; SFS : *Social Functioning Scale* ; SSIT : *Simulated Social Interaction Test* ; TEQ Likert Scale : *Treatment Experience Questionnaire Likert Scale* ; TMT : *Trail Making Test* ; ToL : *Tower of London* ; VCRS : *Vocational Cognitive Rating Scale* ; WAIS-III : *Wechsler Adult Intelligence Scale 3rd edition* ; WCST : *Wisconsin Card Sorting Test*

2.5 Discussion

2.5.1 Principaux résultats

2.5.1.1 Utilisation des JV dans la prise en charge thérapeutique des patients souffrant de schizophrénie

Les outils électroniques trouvent leur utilité à des périodes différentes de la prise en charge des sujets souffrant de schizophrénie. Ainsi, tout comme il semble illusoire de vouloir initier une psychothérapie lors d'un épisode psychotique aigu, le recours à ce type de prise en charge ne peut s'envisager qu'une fois la symptomatologie stabilisée. Il apparaît donc logique de considérer les dispositifs tels que les JV ou la RV comme des outils susceptibles d'être utiles aux praticiens effectuant le suivi de patients souffrant de trouble schizophrénique, à l'issue de leur phase critique en phase de consolidation et tout particulièrement dans les services de réhabilitation psychosociale. Les différents dispositifs ont été listés en suivant un plan correspondant aux différents objectifs de réhabilitation décrits par l'Organisation Mondiale de la Santé et l'Association Mondiale de Réhabilitation Psychosociale (125). Ce choix nous paraît plus pertinent qu'une description en fonction du type de dispositif ou bien de leurs caractéristiques. Seront ainsi abordés successivement des interventions ayant pour cibles la symptomatologie, l'adhésion au traitement, la remédiation cognitive, la remédiation de la cognition sociale et des habiletés sociales, les activités de la vie quotidienne et enfin l'amélioration des performances et de l'intégration professionnelle.

2.5.1.2 Prise en charge des symptômes de la schizophrénie

Un projet de développement d'une salle de RV dans laquelle un patient, accompagné de son thérapeute, revivait des expériences de symptomatologie psychotique a été présenté par Tichon (100). L'exposition consiste en une simulation d'un environnement banal (un salon), au sein duquel sont intégrés des « expériences psychotiques » : un portrait dont les expressions faciales et l'identité changent, les murs subissant des distorsions, les pales d'un ventilateur de plafond tombant au sol et une télévision s'allumant et s'éteignant spontanément. À ces effets visuels s'ajoute une bande son correspondant à des hallucinations acoustico-verbales. Pour les auteurs de cet article, ce dispositif pourrait être utilisé dans le cadre de la thérapie cognitivo-comportementale et permettrait un monitoring des symptômes schizophréniques. Le patient, accompagné de son thérapeute, recréerait ses propres expériences psychotiques au sein du simulateur. Il aurait ainsi à disposition une « sauvegarde » de ses symptômes, utilisable dans une perspective thérapeutique notamment en tant que repère fixe sur sa symptomatologie. Cet

outil pourrait également être utilisé à des fins d'apprentissage auprès des étudiants se formant à la prise en charge de sujets souffrant de ce type de trouble. Aucune publication plus récente concernant cet outil n'a été retrouvée au cours de cette recherche.

En 2008, Han et al. ont décrit dans la revue *Schizophrenia Research* un travail portant sur 81 sujets souffrant de schizophrénie bénéficiant d'un traitement par antipsychotique de deuxième génération (102). Trente-deux sujets inclus ont joué à différents jeux vidéo sur internet quatre heures par semaine (minimum une heure par jour, maximum deux heures par jour) pendant huit semaines. Différents types de jeux étaient utilisés par ces patients tels des jeux de stratégie (n=13), de pari (n=10), de rôle (n=6) et de tir (n=3). En parallèle à cet échantillon, 49 sujets ont regardé des films ou des fictions télévisées. Au terme de cette exposition, une diminution significativement plus importante des symptômes positifs (évalués par la *Scale for the Assessment of Positive Symptoms* ou SAPS) a été mise en évidence dans le groupe des joueurs, avec notamment un effet plus marqué sur les idées délirantes. Il a également été noté une diminution significative de la symptomatologie extrapyramidale (évaluée par la *Abnormal Involuntary Movement Scale* ou AIMS) dans les deux groupes, avec une diminution plus importante dans le groupe des joueurs. Les auteurs ont émis l'hypothèse que ces améliorations, notamment la diminution des scores de la SAPS, pourraient être liées à l'activation du cortex préfrontal lors de l'utilisation des JV.

Un logiciel a été élaboré par Leff et al. en 2013, pour générer un visage et une voix correspondant aux « persécuteurs » de sujets souffrant de schizophrénie avec symptômes hallucinatoires résiduels malgré les thérapeutiques médicamenteuses recommandées (112,113). Cet outil a été testé au cours d'un essai randomisé contrôlé en simple aveugle avec croisement partiel incluant seize sujets. Un avatar était généré pour chaque sujet. Le visage et la voix de cet avatar correspondait au persécuteur décrit par le patient et était contrôlé par le thérapeute depuis une pièce différente. Au fur et à mesure des sessions, l'avatar initialement hostile perdait le contrôle sur les discussions et adhérait progressivement aux demandes du sujet. Ces entretiens étaient enregistrés au format audio et le patient avait la possibilité de les réécouter entre chaque session. L'intervention correspondait à un programme de six sessions de trente minutes d'exposition, à raison d'une session par semaine pendant six à sept semaines. Trois échelles d'évaluation de la symptomatologie ont été réalisées chez les sujets à l'issue de l'exposition puis à trois mois. Le groupe témoin en attente de traitement était également évalué selon la même procédure. Ces échelles étaient les suivantes : la section correspondant aux hallucinations de la *Psychotic Symptom Rating Scale* (PSYRATS) (Haddock et al., 1999) (126), le questionnaire *Omnipotence and Malevolence subscales of the Revised Beliefs About Voices*

Questionnaire (BAVQ-R) (Chandwick et al., 1999) (127), et la *Calgary Depression Scale* (CDS) (Addington et al., 1993) (128). Les résultats de l'étude ont mis en évidence une diminution significative des scores de la PSYRATS et du BAVQ-R après les six sessions. Ces différences significatives étaient constatées en comparant le groupe exposé et le groupe en attente de traitement, mais également en pré et post intervention pour le groupe en attente une fois soumis au protocole. Pour les auteurs, ce type de prise en charge baptisée *Avatar Therapy* pourrait devenir une option thérapeutique pour des patients souffrant d'hallucinations auditives résistantes aux traitements médicamenteux. Des essais de plus grande envergure restent nécessaires avant d'en envisager l'utilisation en pratique clinique courante.

Un essai clinique portant sur 33 patients, avec comme objectif d'induire chez des patients souffrant de schizophrénie un doute quant à leurs idées délirantes de persécution, a été réalisé par Moritz et al. en 2014 (114). Les sujets avaient accès à un programme qualifié par les auteurs de RV mettant en scène une rue passante. Après exposition, les participants devaient caractériser les émotions faciales exprimées par chaque passant croisé dans le programme. Ils pouvaient répondre avec différents niveaux de certitude et un feedback leur indiquait s'ils avaient répondu correctement ou non. Une échelle d'évaluation des idées délirantes à thématique persécutive (la *paranoia checklist* du *Paranoia Obsessive-Compulsive and Depression questionnaire*) permettait d'évaluer les patients avant et après utilisation du logiciel (129). Les résultats de l'essai ont montré une diminution du score à cet outil après intervention. Les auteurs ont remarqué que les patients commettant le plus d'erreurs et répondant de manière incertaine étaient ceux dont le score avait le plus diminué. Selon eux, cet effet s'expliquerait notamment par un moindre degré de certitude chez ces sujets pour lesquels le doute s'immiscerait plus aisément.

2.5.1.3 Remédiation cognitive

Une intervention se donnant pour objectif de stimuler le sentiment d'agentivité (capacité d'un être à agir sur le monde) chez des sujets souffrant de schizophrénie a été décrite en 2008 par Lallart et al. (103). Dix sujets souffrant de la pathologie et dix sujets sains ont été exposés à un dispositif comparable au Microsoft Kinect. Dans ce jeu – qui se déroule en RV – les participants devaient attraper des objets apparaissant à l'écran, leur propre image ou uniquement leurs bras figurant sur l'interface. Lorsque seuls les bras étaient visibles, les auteurs ont constaté paradoxalement des performances moindres chez les sujets témoins comparées à celles des sujets souffrant de schizophrénie. À l'inverse, les sujets témoins avaient de meilleurs résultats sur l'échelle de présence (cf. 3.2). Cette échelle a été établie à partir des travaux de

Schubert et al. (130), évaluant le réalisme et les capacités d'immersion d'un dispositif de RV. De moindres capacités d'immersion seraient liées aux difficultés d'attention des sujets souffrant de trouble psychotique. Ces outils de RV pourraient être utilisés en remédiation cognitive, notamment pour stimuler l'agentivité des patients.

Une équipe chinoise s'est proposée de comparer, dans un essai contrôlé randomisé, les fonctions cognitives de douze sujets âgés de plus de 60 ans (âge moyen entre 65 et 67 ans) souffrant de schizophrénie soumis à un dispositif de RV à celles de quinze sujets témoins souffrant de la même pathologie (Chan et al., 2010) (104). Au cours de dix sessions de quinze minutes les sujets ont joué à deux jeux en RV. Le premier consistait à toucher des balles apparaissant à l'écran, le deuxième était un jeu de simulation de plongée où le joueur devait pourchasser une étoile jaune tout en évitant requins et anguilles. Des évaluations cognitives étaient réalisées avant et après intervention à l'aide de la *Cognistat* (évaluant l'état cognitif neurocomportemental) et du *Volitional questionnaire* (évaluant la motivation). Une échelle d'évaluation de la cinétose ou *motion sickness* (cf. 3.2), le *simulator sickness questionnaire*, était également utilisée lors de la première session de RV. Les résultats de l'étude mettent en évidence une amélioration significative des scores globaux de l'échelle *Cognistat*, en sus des améliorations significatives des sous-scores de répétition et de mémorisation. Les sujets se sentaient motivés pour jouer en RV et n'ont pas souffert de *motion sickness*. Ainsi, les auteurs concluent que la RV présenterait un intérêt pour l'amélioration des fonctions cognitives altérées chez la personne âgée souffrant de schizophrénie.

Spieker et al. (2012) ont exposé les résultats d'un essai contrôlé étudiant l'impact d'un SG sur la mémoire de travail et la mémoire spatiale d'un échantillon de sujets souffrant de schizophrénie (107). Ils avaient demandé à 33 sujets souffrant de schizophrénie et à 39 sujets témoins de s'orienter dans un labyrinthe virtuel à dix reprises. Le groupe de patients souffrant de schizophrénie avait plus de difficultés à se repérer, commettait plus d'erreurs de mémoire de travail et de mémoire spatiale. Pour autant, au fur et à mesure des essais, les capacités de mémoire spatiale se seraient améliorées.

Un logiciel de remédiation cognitive utilisant la RV, le *NeuroVR 2 Software*, a été comparé au programme *Integrated Psychological Treatment* (IPT) (131) à l'aide d'un essai contrôlé portant sur un échantillon de sujets souffrant de schizophrénie (La Paglia et al., 2013) (108). Six participants à l'étude ont suivi individuellement dix sessions en RV de quatre-vingt-dix minutes, à la fréquence d'une par semaine. Six autres participants ont suivi en groupe dix sessions de soixante minutes, à raison d'une par semaine pour le programme IPT. En pré et post intervention les sujets ont passé différents tests cognitifs dont le *Mini Mental*

State Examination (MMSE), le *Towers of London* (ToL) et le *Trail Making Test* (TMT). Dans le groupe RV, des améliorations à ces trois tests ont été observées en post intervention ainsi qu'une diminution des erreurs et de la persévération, un temps d'exécution réduit, une meilleure observance des règles et de meilleures capacités d'attention soutenue. Les auteurs ne rapportent pour le groupe IPT qu'une amélioration au TMT. Il faut tout de même mentionner que les temps d'intervention dans le groupe IPT étaient plus courts que dans le groupe RV et que ce programme était délivré en séances de groupe. De plus, la faible taille des échantillons et le manque d'informations concernant le programme de RV limitaient l'interprétation des résultats. Ce logiciel présenterait cependant l'avantage d'être libre d'accès, en *open source*, ce qui pourrait ouvrir la voie à des essais de plus grande envergure pour un coût relativement modeste.

Aux Etats-Unis, le dispositif Kinect a été utilisé par des sujets souffrant de schizophrénie au cours d'un programme d'activité physique et évalué à l'aide d'un essai randomisé en simple aveugle (Kimhy, 2015) (120). Se basant sur les résultats d'une méta-analyse de 2010 (Smith) (132) qui mettait en évidence une amélioration des altérations cognitives avec l'activité physique, les auteurs ont suggéré que des sujets souffrant d'altérations cognitives tireraient bénéfice d'une augmentation de leur activité sportive. Ils ont ainsi comparé deux groupes de sujets souffrant de schizophrénie, l'un de dix-sept sujets disposant d'une prise en charge habituelle, l'autre de seize sujets bénéficiant en plus d'une activité physique en salle de sport dont une activité vidéoludique. Cette intervention consistait en l'utilisation d'un jeu commercial – *Your Shape Fitness Evolved* (2012) – et nécessitait l'accès à une salle de sport classique. Au terme de douze semaines d'intervention, à raison de trois sessions de une heure par semaine pour le groupe avec activité physique, 26 patients étaient toujours présents dans l'étude (treize dans chacun des deux groupes). L'analyse des évaluations cognitives (échelle MATRICS) en pré et post intervention a montré une amélioration de 15,1 % dans le groupe avec activité physique. Pour les auteurs, les interventions favorisant l'activité physique chez les sujets souffrant de schizophrénie permettrait d'améliorer leurs fonctions cognitives altérées. Par ailleurs, ils ont émis l'hypothèse que ces bénéfices pourraient être liés à la stimulation de la production du *brain-derived neurotrophic factor* par une activité sportive. Pour les auteurs, la composante vidéoludique aurait contribué à motiver les patients à effectuer de l'exercice physique.

Les résultats d'un essai randomisé contrôlé évaluant les bénéfices sur les altérations cognitives du serious gaming (SGing : cf. 3.2) (recours à un JV commercial dans un cadre autre que ludique) pour une population de sujets souffrant de schizophrénie ont été publiés en 2015 (López-Martin et al.) (121). Quarante sujets souffrant de cette pathologie ont été randomisés en

deux groupes de même taille, le premier avec exposition à dix sessions de cinquante minutes du jeu Big Brain Academy sur Wii pendant cinq semaines, associée à la prise en charge habituelle, le deuxième ne bénéficiant que des soins usuels. L'échelle d'évaluation MATRICS (hormis le test d'intelligence émotionnelle) était utilisée en pré et post intervention pour évaluer l'évolution des altérations cognitives. Au terme de l'exposition, les auteurs ont constaté dans le groupe jouant au JV des améliorations significatives de la vitesse de traitement de l'information, de l'attention, de la mémoire de travail, de l'apprentissage verbal et de la résolution de problèmes.

Une équipe française, dirigée par Amado (2016), a étudié l'impact d'un dispositif conçu pour améliorer les fonctions cognitives des patients souffrant de schizophrénie (123). Ce logiciel a été développé pour permettre aux sujets d'évoluer au sein d'une ville virtuelle et de simuler des trajets. Au cours de cette étude pilote, sept patients souffrant de ce trouble psychotique et décrits comme institutionnalisés pendant de nombreuses années, ont eu accès au programme une heure et demi par semaine pendant trois mois accompagnés par deux thérapeutes. Les sessions initiales ont permis d'évaluer leurs difficultés d'organisation et de planification des activités de la vie quotidienne. Par la suite, les patients devaient effectuer des trajets difficiles à réaliser pour eux au quotidien. Ils devaient également rechercher des trajectoires alternatives et alterner entre un plan en deux dimensions et la simulation en trois dimensions. Des évaluations cliniques et neuropsychologiques ont été effectuées initialement puis à l'issue des trois mois d'exposition, les impressions subjectives des patients étant également recueillies au terme de l'intervention. Les échelles utilisées étaient :

- Pour l'évaluation clinique : la Brief Psychiatric Rating Scale (BPRS), la Global assesment functioning scale (GAF)
- Sur le plan psychosocial : l'Echelle de l'Autonomie Sociale (EAS), le Schizophrenia questionnaire for Quality of life (S-QUOL), la self-esteem rating scale (SERS), le Birchwood Insight questionnaire (BIS)
- Pour l'évaluation neuropsychologique :
 - attention, capacités d'analyse visuelle et vitesse de traitement de l'information : le D2 cancellation test, la Wechsler Adult Intelligence Scale 3rd edition (WAIS-III) ;
 - mémoires de travail verbale et visuelle : WAIS III, la clinical memory scale for adults 3rd edition ;
 - apprentissage verbal : le Grober and Buschke verbal learning test ;

- fonctions exécutives : le Zoo map test et la Battery for assessment of dysexecutive syndrome (BADS) ;
- capacités visuo-spatiales : le Rey-Osterrieth Complex Figure Test ;
- test virtuel des mémoires rétrospective et prospective.

Ces évaluations ont mis en évidence des améliorations de l'attention, de la mémoire de travail, des mémoires prospective et rétrospective. Par ailleurs, les patients ont gagné en autonomie et leurs profils cliniques et fonctionnels se seraient améliorés. Pour les auteurs, ce dispositif pourrait être proposé dans le cadre de programmes de réhabilitation à destination de patients souffrant de schizophrénie et pourrait être utilisé à des fins de remédiation cognitive.

Suenderhauf et al. ont publié en 2016 les résultats d'une revue de la littérature dont l'objectif était d'analyser l'impact des JV et des programmes de remédiation cognitive sur les structures cérébrales (124). Leur recherche a mis en évidence que ces deux types d'intervention ont des effets comparables sur l'anatomie et l'activité cérébrale. Supposant que les bénéfices fonctionnels induits par les programmes de remédiation cognitive soient effectivement liés à ces modifications neuro-anatomiques, ils ont proposé que les JV pourraient être utilisés dans un but thérapeutique. Contrairement à nombre d'autres publications, les auteurs se sont intéressés au media vidéoludique. Constatant que des genres de JV proches (jeux de tir à la première et à la troisième personne par exemple) n'ont pas les mêmes effets sur les structures cérébrales, ils encourageaient la poursuite des investigations. D'autre part, le caractère motivationnel ainsi que les risques d'addiction ou d'augmentation des comportements violents ont également été explorés. Concernant les risques de trouble de l'usage, ils ont rappelé que le concept même d'addiction aux JV est toujours débattu. Enfin des différences sur le plan des effets neuro-anatomiques et psychosociaux des JV auraient été constatés entre les joueurs coutumiers et les joueurs dépendants. Ces derniers ne bénéficieraient pas d'augmentation du volume de substance grise et seraient plus touchés par des symptômes dépressifs, des troubles des conduites et de bas niveau scolaire. Pour les auteurs, les JV commerciaux pourraient devenir une option thérapeutique distrayante et économiquement intéressante dans la prise en charge des patients souffrant de schizophrénie. Cependant, de plus amples investigations leur paraissent encore nécessaires avant d'en envisager l'usage.

2.5.1.4 Remédiation de la cognition sociale et des habiletés sociales

Un essai clinique préliminaire s'est intéressé à l'utilisation d'un environnement virtuel pour entraîner dix sujets souffrant de schizophrénie aux capacités conversationnelles (Ku et al., 2007) (101). Les sujets devaient, via un dispositif associant grand écran et contrôle par joystick

(cf. 3.2), échanger avec des avatars virtuels. La conversation était divisée en quatre phases de dix tâches : initiation de la conversation et présentation puis gestion de la conversation après décision des sujets de discussion suivie de l'échange en lui-même et enfin arrêt de la conversation. Au cours de l'échange avec les avatars, les sujets devaient choisir une réponse au sein d'une liste affichée à l'écran et non via un système de reconnaissance vocale. Les patients étaient assistés par un soignant pouvant servir de médiateur en cas de difficulté. Les mesures réalisées portaient sur :

- l'évaluation de la symptomatologie psychotique par la PANSS avant l'intervention,
- la mesure du temps pour rompre le silence (évaluée en mesurant le temps entre la fin d'une phrase d'un avatar et le moment où le patient appuie sur un bouton signifiant sa prise de parole),
- différents auto-questionnaires recueillant les opinions des sujets sur le programme, sa facilité d'utilisation et le sentiment de présence élaboré par Nowak et al. (133).

Cette étude a montré une bonne acceptabilité du dispositif dans cette population. Elle a permis une analyse des liens entre capacités conversationnelles et symptômes positifs et négatifs. Seule une corrélation entre l'item de la PANSS « manque de spontanéité et déficits de débit verbal » et le temps pour briser un silence a été retrouvée. Cette étude a également mis en évidence que plus la symptomatologie schizophrénique était importante plus le sentiment de présence était faible. Par ailleurs, plus ce dernier était faible plus le temps pour briser un silence était long. Ces liens entre symptomatologie et résultats aux tests effectués ont permis aux auteurs de conclure que la RV pourrait devenir un outil d'entraînement des capacités sociales pour les sujets souffrant de schizophrénie, d'autant que son acceptabilité est importante. Cette étude souffre de nombreux biais, que ce soit concernant le recours au terme de RV ou le recours à des échelles de présence pensées pour la RV, alors que les patients n'utilisaient qu'un dispositif associant grand écran et joystick, ou du fait de mesurer un temps pour rompre le silence au cours duquel les patients devaient lire différentes réponses et choisir laquelle privilégier.

Park et al. (2011) ont comparé, dans un essai contrôlé randomisé en simple aveugle, l'efficacité des entraînements aux capacités sociales traditionnelles (par jeux de rôle) à ceux ayant recours à la RV (105). Quarante-deux sujets souffrant de schizophrénie ont été randomisés dans deux groupes ; 46 ont eu accès au programme en RV et 45 ont bénéficié de la prise en charge usuelle. Les deux interventions consistaient en dix sessions réparties sur cinq semaines. Les compétences verbales, non-verbales et conversationnelles des sujets étaient évaluées par les *Social Behavior Scales* de Trower (SBS) avant et après intervention. Dans le groupe RV, les sujets utilisaient un dispositif associant lunettes de RV et joystick mettant en

scène des situations sociales. L'intervention en RV correspondait aux objectifs des sessions traditionnelles tels le travail sur l'affirmation de soi ou la façon de débiter une conversation. Au terme de l'étude, 33 sujets du groupe RV et 31 du groupe témoin étaient encore présents. L'analyse des résultats a mis en évidence une supériorité des améliorations des compétences conversationnelles et du score d'affirmation de soi dans le groupe RV alors qu'il était observé un bénéfice supérieur pour les capacités non verbales dans le groupe pris en charge de manière traditionnelle. Par ailleurs, un résultat secondaire faisait état d'une plus grande amélioration à l'échelle Rathus dans le groupe RV, correspondant à une meilleure amélioration de l'estime de soi après utilisation du programme virtuel. La conclusion des auteurs mettait en avant la complémentarité des deux types d'intervention et leur proposition pratique serait d'utiliser la RV en préalable aux entraînements aux capacités sociales traditionnels.

L'impact de Soskitrain, un programme informatique de remédiation cognitive à destination de sujets souffrant de schizophrénie, a été décrit et étudié dans plusieurs articles (Rus-Calafell et al., 2012, 2013, 2014) (106,109,117). Ce logiciel, qualifié par les auteurs de RV, met en scène des situations d'interaction sociale (comme faire des achats au supermarché et interagir avec l'hôtesse de caisse) avec des avatars virtuels via un écran stéréoscopique associé à des lunettes 3D. La première de leurs publications consistait en un rapport de cas d'une femme de trente ans souffrant de schizophrénie stabilisée, exposée à seize sessions de ce programme à raison de deux par semaine. L'intervention avait pour but de travailler sur la reconnaissance des émotions faciales, l'anxiété sociale et les temps de conversation. Au terme de cette intervention, les auteurs ont constaté une diminution de la symptomatologie négative, de l'anxiété sociale et de l'inconfort social ainsi qu'une amélioration de la psychopathologie globale, de l'affirmation de soi et du fonctionnement social (en particulier concernant la communication interpersonnelle). Dans le second article, les auteurs étendaient leur intervention à douze sujets souffrant de la même pathologie afin d'évaluer l'acceptabilité du programme (Rus-Calafell et al., 2013). En parallèle des évaluations neurocognitives (*Screen for Cognitive Impairment in Psychiatry* ou SCIP, *Continuous Performance Test II* ou CPT II) étaient réalisées auprès des patients. Un fort sentiment de présence et une bonne acceptabilité du dispositif étaient constatés au terme de l'étude. De plus, les auteurs observaient une corrélation négative entre le sentiment de présence et les altérations neurocognitives. Enfin, en 2014 les résultats d'une étude pilote impliquant douze sujets ont été publiés. Seize sessions d'une heure à raison de deux par semaines étaient proposées et des évaluations réalisées avant et après (immédiatement et à quatre mois). Les mesures réalisées étaient : la *Positive And Negative Symptoms Scale* (PANSS) pour la symptomatologie schizophrénique ; l'*Assertion*

inventory, la *Simulated Social Interaction Test* (SSIT) et la *Social Avoidance and Distress Scale* (SADS) pour les performances sociales et l'anxiété ; et la *Social Functioning Scale* (SFS) pour le fonctionnement social. Les auteurs ont mis en évidence une amélioration de la psychopathologie et du fonctionnement social, ainsi qu'une diminution de la symptomatologie négative, de l'anxiété sociale, de l'inconfort social et de l'évitement. Le logiciel aurait eu, en outre, un impact sur la perception des émotions, l'assertivité (capacité à exprimer et à défendre ses droits sans empiéter sur ceux des autres) et le temps de conversation. La majorité de ces bénéfices seraient toujours constatés à 4 mois.

Un programme conçu pour améliorer les capacités de reconnaissance des visages et émotions faciales, initialement à destination de patients souffrant de TSA, a été testé auprès d'un échantillon de sujet souffrant de schizophrénie : le *Mind Reading : An Interactive Guide to Emotions* (MRIGE) (Lindenmayer 2013) (111). Cinquante-neuf patients souffrant de cette pathologie ou d'un trouble apparenté (trouble schizoaffectif) ont été randomisés au sein de deux groupes. Le premier groupe, de 27 sujets, bénéficiait d'une prise en charge en remédiation cognitive basée sur un programme informatisé standard, le COGPACK (134). Le deuxième groupe, incluant 32 patients, avait accès à la même intervention combinée au programme MRIGE. Au départ de l'étude et à l'issue de douze semaines d'intervention, les sujets passaient une batterie de tests associant :

- trois tests évaluant les capacités de perception des émotions : la *Facial Emotion Identification Task* (FEIT), la *Facial Emotion Discrimination Task* (FEDT), la MCCB-MATRICES ;
- un test évaluant le fonctionnement social : la *Personal and Social Performance Scale* (PSP) ;
- un test évaluant la symptomatologie schizophrénique : la PANSS.

Les résultats mettaient en évidence une supériorité significative du groupe avec MRIGE sur le groupe bénéficiant du seul programme de remédiation standard objectivé à partir de la FEIT, la FEDT, la PSP et quatre sous-scores de la MATRICES (vitesse de traitement de l'information, attention, mémoire de travail et la *Mayer-Salovey-Caruso Emotional Intelligence Test* qui évalue la capacité à comprendre et à s'adapter aux émotions de l'autre). Les résultats globaux à la MCCB-MATRICES étaient également en faveur du groupe ayant utilisé le MRIGE. Aucune différence significative n'était par contre retrouvée dans les scores à la PANSS, que ce soit en comparant les deux groupes ou pour chacun d'eux entre les évaluations pré et post traitement. Les auteurs concluaient au final à l'intérêt d'associer un programme de remédiation cognitive

usuel à l'utilisation d'un logiciel ciblant plus spécifiquement la cognition sociale dans la prise en charge de patients souffrant de schizophrénie.

Les résultats d'un essai préliminaire utilisant un programme en langue française, le logiciel RC2S ont été publiés en 2014 (Peyroux et al.) (116). Dans ce dispositif ne nécessitant qu'un ordinateur traditionnel, les sujets souffrant de schizophrénie et de troubles apparentés pouvaient simuler des interactions sociales avec des avatars virtuels. Les échanges mis en scène correspondaient à des situations de la vie quotidienne (comme une discussion avec un employeur) contextualisées (arriver en retard au travail). Le sujet avait alors le choix entre trois types de comportement, l'un agressif, le deuxième passif et enfin une attitude affirmée. Les patients pouvaient tester successivement chaque type de comportement et ainsi constater les répercussions de ce choix sur l'interlocuteur. Pour les aider dans l'interaction, l'avatar modulait deux types d'interaction pour exprimer son émotion : l'expression gestuelle et la tonalité de la voix. Quatre sujets souffrant de schizophrénie ou de troubles apparentés ont été recrutés pour tester le dispositif, les résultats sont actuellement en attente.

2.5.1.5 Adhésion thérapeutique

Välimäki et al. ont publié en 2014 une revue de la littérature centrée sur l'apport des technologies de RV pour une meilleure observance thérapeutique chez les patients souffrant de troubles psychiatriques sévères (118). Trois essais au total (ceux de Chan (104), Park (105) et Tsang (110)) ont été identifiés et intégrés à la revue. Aucun argument en faveur ou contre le recours à la RV dans le but d'améliorer l'adhésion au traitement des sujets souffrant de schizophrénie n'a été retrouvé. D'après les auteurs, malgré des résultats prometteurs dans d'autres pathologies (notamment les accidents vasculaires cérébraux), l'utilisation de la RV, dans un objectif d'amélioration de l'adhésion, nécessiterait des études de plus grande envergure avant de pouvoir envisager son utilisation auprès de patients souffrant de troubles psychotiques. Par ailleurs, les auteurs s'étaient intéressés à l'impact de ces interventions sur les fonctions cognitives, les compétences sociales, et l'acceptabilité des dispositifs et ont systématiquement constatés de faibles effets. Cette revue de la littérature ne sélectionnait que peu d'essais et ceux-ci n'abordaient pas spécifiquement la problématique de l'adhésion thérapeutique ; elle mettait surtout en évidence le caractère extrêmement récent de ce champ de recherche. De ce fait, les applications cliniques semblent prématurées et les dispositifs nécessitent de plus amples investigations avant d'envisager d'y recourir en pratique courante.

2.5.1.6 *Activités de la vie quotidienne*

Aubin et al. (2015) ont publié les résultats d'une étude évaluant le caractère écologique (c'est à dire ce en quoi le dispositif correspond aux conditions de vie des sujets) de leur programme *Virtual Action Planning-Supermarket* (VAP-S) auprès d'un échantillon de cinq sujets souffrant de schizophrénie (119). Pour cela, ils ont analysé les difficultés rencontrées par les participants pour faire des courses en supermarché, d'une part dans la vie réelle puis au sein du simulateur numérique. Les difficultés rencontrées seraient comparables dans les deux situations, ce qui validerait le caractère « écologique » du dispositif. Ce dernier pourrait non seulement permettre d'évaluer les altérations cognitives de sujets souffrant de pathologies psychiatriques dont la schizophrénie mais aussi être utilisé dans un but thérapeutique afin de les aider dans leurs activités quotidiennes.

2.5.1.7 *Amélioration des performances et de l'intégration professionnelle*

Une vaste étude incluant quatre-vingt-quinze sujets souffrant de schizophrénie a été publiée par l'équipe de Tsang et al. (2013) (110). Dans cet essai randomisé contrôlé en simple aveugle les participants étaient répartis en trois groupes de 25 sujets. Le premier groupe avait accès à une simulation de vente dans un magasin de vêtements, le *Virtual Reality-based Vocational Training System* (VRVTS), le deuxième groupe bénéficiait d'un entraînement à la vie professionnelle avec un thérapeute, et le dernier était un groupe témoin sans intervention. Le dispositif, qualifié de RV par les auteurs, consistait en une interface en 3D non immersive via un ordinateur, avec contrôle par joystick. L'intervention comportait dix sessions de trente minutes pendant cinq semaines. Les performances des participants étaient évaluées en pré et post intervention par différentes échelles : la *Brief Neuropsychological Cognitive Examination* (BNCE), le *Digit Vigilance Test* (DVT), le *Rivermead Behavioural Memory Test* (RBMT), le *Wisconsin Card Sorting Test – Computer Version 4* (WCST-CV4) et la *Vocational Cognitive Rating Scale* (VCRS). Au terme de l'étude, les auteurs constataient de meilleures performances au WCST-CV4 et une meilleure confiance en soi dans le groupe bénéficiant de la RV. Concernant les performances professionnelles, le groupe pris en charge par le thérapeute et le groupe avec exposition à la RV avait de meilleurs scores que le groupe témoin mais les résultats étaient plus en faveur du groupe avec thérapeute.

Un simulateur d'entretien d'embauche destiné aux sujets souffrant de troubles psychiatriques a été présenté par Humm et al. (2014) (115). Ce dispositif comportait un ordinateur et un microphone permettant de travailler la communication orale via la reconnaissance verbale. Le sujet devant parler de façon claire et posée pour que le programme

puisse le reconnaître, les auteurs suggéraient que cela entraînait le patient à adopter une expression verbale appropriée pour un entretien professionnel. Quarante-deux sujets souffrant de différents troubles psychiatriques, dont trente-sept souffrant de schizophrénie ou trouble apparenté avaient été randomisés au sein de deux groupes : le premier avec accès au dispositif pendant dix heures réparties sur deux semaines, le deuxième en attente de traitement. Les troubles autres que schizophréniques présentés par les patients inclus dans l'étude étaient ceux du spectre autistique (vingt-six sujets) ou des troubles post traumatiques (trente-trois sujets). Vingt-cinq sujets souffrant de troubles psychotiques avaient été inclus dans le premier groupe, douze dans le second. Les fonctions cognitives (évaluées par la *Repeatable Battery for the Assessment of Neuropsychological Status* ou RBANS) et la cognition sociale (évaluée par la *Bell Lysaker Emotion Recognition Task* ou BLERT) étaient évaluées en préexposition et ne montraient pas de différence significative entre le groupe exposé et le groupe témoin. Au terme des deux semaines, l'ensemble des sujets avait effectué un jeu de rôle IRL consistant en un entretien d'embauche. Les capacités des sujets au cours de l'entretien avaient alors été évaluées en aveugle puis la confiance en soi autoévaluée par les participants. Cette étude a mis en évidence de meilleurs résultats dans le groupe exposé que ceux observés dans le groupe témoin. Il faut cependant noter l'imprécision des diagnostics des pathologies présentes dans le groupe « schizophrénie et autres troubles graves » limitant l'application des résultats à une population précise.

Smith et al. (2015) ont présenté les résultats d'un essai contrôlé randomisé analysant l'impact de leur programme d'entraînement à l'entretien d'embauche, le *Virtual Reality Job Interview Training* (VR-JIT) auprès d'un échantillon de trente sujets souffrant de schizophrénie (122). Vingt-trois des participants avaient eu accès au programme pendant dix heures. Au terme de l'étude, lors de la consultation de suivi à six mois, les auteurs ont constaté une amélioration des capacités de jeux de rôle, une plus grande tendance à trouver des offres d'emploi, une diminution du temps d'attente avant de prendre contact pour une offre d'emploi et une augmentation de la confiance en soi chez les sujets bénéficiant de l'intervention par rapport au groupe témoin. Aucune différence significative n'a cependant été retrouvée concernant le temps passé à chercher un emploi ou le nombre d'entretiens d'embauche réalisés.

2.5.1.8 Autres utilisations des JV dans la prise en charge des patients souffrant de schizophrénie

Cette revue de la littérature s'est volontairement limitée à analyser l'apport des technologies vidéoludiques à la prise en charge thérapeutique des patients souffrant de troubles

psychotiques. Cependant, de la même façon que pour les autres troubles psychiatriques, leur recours ne se limite pas à la thérapeutique. Ces dispositifs peuvent également permettre d'apprécier la sévérité des troubles en évaluant les capacités cognitives des patients (135). Une équipe Lilloise, dirigée par Vaiva s'est, quant à elle, impliquée dans le développement d'un logiciel, *E-Schizophrenia* qui permettrait aux étudiants d'utiliser une simulation d'entretien avec un patient souffrant de schizophrénie afin de se former. Cette application pourrait également être utilisée auprès des familles de patients à des fins de psychoéducation (136).

2.5.2 Interprétation des résultats

La majorité des travaux retrouvent des effets positifs de l'utilisation des JV et de la RV auprès des sujets souffrant de schizophrénie, que ce soit sur les altérations cognitives ou les symptômes positifs. Aucune étude n'a mis en évidence d'effet délétère des supports utilisés, que ce soit concernant les risques d'addiction ou concernant l'augmentation des comportements violents. Cependant, les publications citées correspondent pour la plupart à des travaux préliminaires. Il reste donc encore difficile de généraliser ou de transposer à une pratique clinique ces résultats du fait qu'ils portent sur des échantillons de petite taille. Par ailleurs, les effets sur le fonctionnement global n'étaient que rarement évalués. Plusieurs caractéristiques, que nous allons ici détailler, ont pu être mises en évidence à l'issue de cette revue de la littérature.

2.5.2.1 Des études récentes

La première constatation concerne le caractère récent des études portant sur les JV auprès de sujets souffrant de schizophrénie. Il s'agit en effet d'un type de média initialement popularisé dans le courant des années soixante-dix. Les premières publications scientifiques s'y intéressent et référencées sur le serveur Pubmed datent du début des années quatre-vingt. L'article le plus ancien retrouvé (1981) correspond à l'évaluation du JV dans la prise en charge thérapeutique d'un trouble non psychiatrique (137) alors que, dans le champ de la psychiatrie, les recherches à cette époque ne concernent que les risques présumés liés à l'usage des JV (138). Il faudra attendre 2003 pour voir paraître le premier article décrivant une utilisation thérapeutique de ce média dans le cadre de soins psychiatriques (76). Du fait du caractère récent des explorations concernant les JV en tant qu'outil thérapeutique potentiel, il paraît nécessaire d'être prudent quant à leur utilisation. Des investigations plus poussées et de plus grande ampleur que celles décrites ici semblent indispensables avant d'envisager leur utilisation en pratique courante.

2.5.2.2 Localisation des recherches

Les équipes de recherche s'intéressant à ce sujet se situent en toute logique dans les principales zones géographiques de production et de consommation de ce média. Elles sont cependant nettement plus nombreuses en Europe (treize publications contre douze dans le reste du monde). La surreprésentation du continent européen en comparaison des autres localisations peut apparaître surprenante au premier abord, mais s'explique en partie par la place majeure qu'occupe l'Europe dans la production et la consommation de JV (Ubisoft, par exemple, entreprise française de développement, d'édition et de distribution de JV, est l'un des leaders mondiaux de ce secteur économique). A l'inverse, la non représentation du Japon peut questionner. En effet, s'il existe des publications nippones sur le sujet, en ce qui concerne le champ particulier de la psychiatrie, l'essentiel des écrits correspond soit aux effets néfastes et risques liés à l'utilisation du JV, notamment l'addiction (139) et le « hikikomori » ou retrait social (140), soit à la recherche fondamentale (141). Il est tout de même remarquable que, dans ce domaine très particulier de l'innovation thérapeutique, l'Europe semble avoir développé ces dernières années davantage d'initiatives que les États-Unis.

Localisation		Amérique du Nord		Asie		Europe		Autre	
Nombre de publications	Total	6		5		13		1	
	Par pays	USA	5	Corée Sud	3	Espagne	4	Australie	1
	Canada	1	Chine	2	France	3			
					Angleterre	2			
					Italie	1			
					Allemagne	1			
					Finlande	1			
					Suisse	1			

Tableau 2 Récapitulatif de la répartition géographique des publications

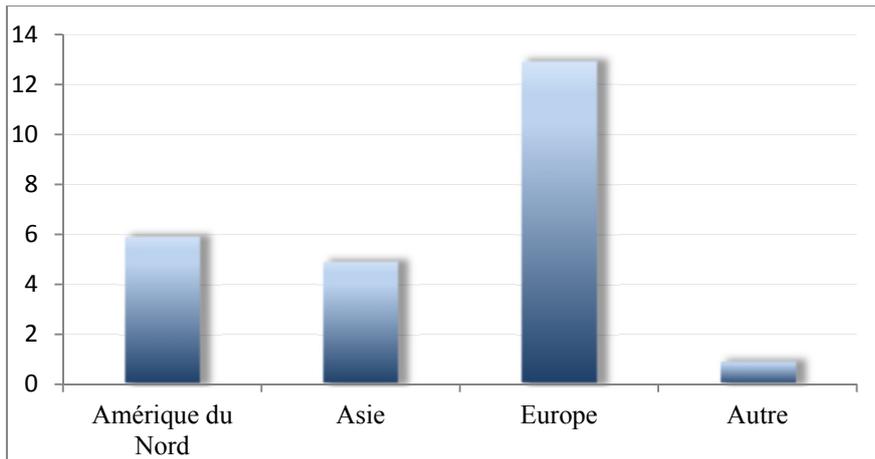


Figure 3. Répartition des publications par continent

2.5.2.3 Type d'étude

Les projets de recherche des différentes publications sélectionnées sont répartis de la manière suivante :

- quatorze publications rapportant les conclusions d'études ou d'essais préliminaires ;
- cinq essais contrôlés randomisés ;
- un essai contrôlé non randomisé ;
- deux revues de la littérature ;
- un case report ;
- deux non classés (une lettre à l'éditeur et une description d'un programme faisant également l'objet d'une étude préliminaire).

Les études préliminaires sont donc prédominantes et les essais contrôlés ne sont qu'au nombre de six. Ces résultats invitent à une certaine prudence quant à la généralisation de l'utilisation de ces outils et demandent une poursuite des investigations.

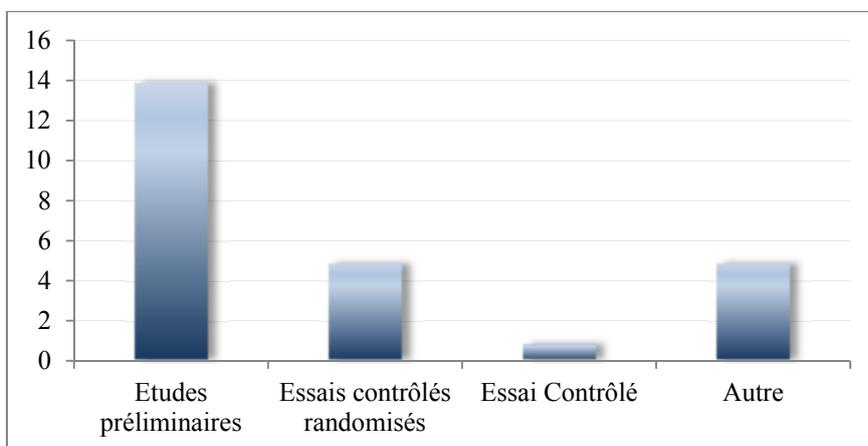


Figure 4. Répartition des publications par type d'étude

2.5.2.4 Echelles d'évaluations

Il existe une grande diversité dans l'utilisation des échelles d'évaluation des effets des dispositifs présentés, qui trouve possiblement son origine dans la pluridisciplinarité des recherches, avec des tests issus de la psychiatrie, de la neuropsychologie, de la neurologie et des échelles spécifiques à l'étude des média vidéoludiques et de la RV.

Dans le champ de la psychiatrie la grande majorité des échelles utilisées correspond à des tests standardisés et validés comme la PANSS (142), la SAPS (143) ou encore la CDS (144). Peu de résultats apparaissent cependant significatifs avec ces outils. Deux possibilités sont alors envisageables : soit les interventions n'ont que peu d'effet sur les symptômes mesurés, et donc peu d'intérêt en pratique clinique, soit les effets induits ne sont pas mesurables via ces outils. Cette dernière hypothèse n'est pas à ignorer car les JV pourraient impacter d'autres paramètres comme le fonctionnement dans la vie quotidienne (145) et le recours à des échelles de fonctionnement plutôt qu'à des échelles symptomatiques semblerait pertinent. Ces évaluations pourraient de plus s'inscrire dans un processus de réhabilitation, qui ne vise pas tant une « normalisation » clinique qu'une amélioration du fonctionnement du patient via des adaptations de ce dernier et de son environnement à sa pathologie.

Les échelles d'évaluations des fonctions cognitives sont fréquemment utilisées, avec une diversité plus grande que celle des tests psychiatriques. La batterie MATRICS est utilisée par au moins trois équipes différentes alors que d'autres épreuves comme la *Towers of London* ou le *Trail Making Test* ne sont retrouvées que dans les travaux de La Paglia (108). Humm et Smith (115,122) ont, eux, recours à des échelles se basant sur le principe des échelles de Likert (échelles dans lesquelles le sujet exprime son degré d'accord ou de désaccord par rapport à une affirmation) qui font débat quant à leur significativité (146).

Quelques équipes ont recours à des échelles spécifiques des médias étudiés. On retrouve ainsi des tests évaluant le *motion sickness* comme le *Simulator Sickness Questionnaire* (104,119) ou analysant le sentiment de présence comme le *Short Presence Questionnaire* (119). Ces outils de mesure, bien que cohérents avec le sujet, restent cependant très récents et pourraient nécessiter de plus amples investigations.

Enfin, des échelles issues de la neurologie, comme le *Continuous Performance Test* ou le *Rivermead Behavioural Memory Test*, ont été utilisées par certains auteurs. Ces évaluations ont été mises au point pour les patients cérébrolésés et ne sont pas, à ce jour, validées dans le cadre de la recherche psychiatrique.

2.5.2.5 Motivation et apprentissage

Une des caractéristiques de ces dispositifs apparaissant comme l'une des plus intéressantes est leur attrait, facilitant la motivation des sujets. Le recours aux JV, média populaire qui suscite l'engouement quel que soit l'âge, la catégorie socio-professionnelle ou encore le sexe des joueurs, devrait permettre de toucher certains patients réfractaires aux prises en charge usuelles.

De la même manière, les mécanismes d'apprentissage qui se sont développés via les tutoriels ou les réflexions de *level design* semblent particulièrement intéressants si on souhaite les utiliser dans le champ thérapeutique. Ainsi, les premiers niveaux d'une licence comme Super Mario Bros sont basés sur un système d'apprentissage progressif et de difficulté croissante. On apprend intuitivement à se déplacer, puis sauter, sauter au-dessus d'un obstacle puis au-dessus d'un ennemi, avant que le jeu d'une manière extraordinairement subtile nous fasse comprendre que retomber sur un ennemi le fait disparaître. Le *level design* « force » le joueur à effectuer via son avatar un saut par-dessus une menace tout en limitant la hauteur du saut du fait d'un obstacle, ce qui a pour conséquence de faire retomber le joueur sur l'ennemi qui disparaît alors. Ceci n'est qu'un exemple parmi de nombreux autres qui évoque le principe d'apprentissage sans erreur des TCC. Une autre possibilité est que le jeu s'adapte de lui-même aux compétences/difficultés du joueur par une évaluation initiale ou tout au long du jeu en fonction de ses résultats. Cela permet d'imaginer, si ces interventions ont un intérêt pour les patients, que ces derniers soient évalués régulièrement par des dispositifs qui s'adaptent ensuite en fonction.

2.5.2.6 Cloisonnement des disciplines

Une des particularités des sciences du jeu (*game studies*) est leur pluridisciplinarité, rassemblant des chercheurs d'horizons différents (informatique, mathématiques, sociologie, psychologie...). De cette variété d'approches sont nés des concepts clés pour comprendre et apprécier le JV. L'un de ceux-ci est le *game design* (cf. 3.2), qui préexistait au JV (il existait déjà à l'aire des jeux de société) et a bénéficié de l'engouement pour les loisirs technologiques. Le *game design* correspond à la réflexion au cours du processus de création d'un jeu : Comment jouer ? Pourquoi jouer ? Quelles sont les motivations du joueur ? Ces questions paraissent fondamentales, en particulier quand on s'adresse à une population caractérisée, entre autres, par des difficultés cognitives et une aboulie.

Les références à ces recherches et questionnements appartenant au monde des sciences du jeu sont paradoxalement très peu utilisées dans le domaine de l'utilisation des JV auprès des

sujets souffrant de schizophrénie. Pour exemple, bien que la plupart des programmes présentés mettent en scène des personnages humains, aucun ne prend en compte la question du réalisme esthétique des avatars avec lesquels les patients interagissent. Pourtant, cette question du réalisme des personnages semble fondamentale, notamment quand on aspire à améliorer les capacités de perception des émotions de patients souffrant de schizophrénie, car il conduit à un paradoxe. Le concept de vallée dérangeante (*uncanny valley*, concept découlant des travaux sur la robotique de Masahiro Mori) fait partie des préoccupations des designers de jeux vidéo. Ce principe, élaboré de manière empirique, stipule que plus un robot anthropomorphe se rapproche visuellement d'un être humain plus ses imperfections esthétiques et son contact seront désagréables à la personne interagissant avec lui. Cet effet est constaté également au sein des dispositifs de RV (133) avec les avatars. Ainsi, il est fréquent que les développeurs, au lieu de chercher à rendre réaliste à tout prix leurs personnages, leurs donnent un aspect « cartoonnesque » ou clairement artificiel, facilitant paradoxalement l'immersion du joueur. Quel est donc le point de vue à adopter dans le cas précis de logiciels dédiés aux patients ? Préférer des avatars réalistes quitte à sombrer dans cette vallée dérangeante et empêcher l'immersion du sujet ou bien marquer l'artificialité des environnements créés au risque que les améliorations constatées virtuellement ne soient pas transposables au monde réel ? De plus amples investigations comparant ces deux positions semblent nécessaires.

2.5.3 Limites

2.5.3.1 Qualité des études

Les essais cliniques totalisent des effectifs de trente à soixante-quinze sujets. Dans la majorité des cas une randomisation entre groupe ayant accès au programme informatique et groupe en attente de traitement est réalisée. Les auteurs de trois de ces six études ont spécifié avoir eu recours à une évaluation de l'impact des programmes en simple aveugle, le double aveugle étant difficilement envisageable. En effet, dans d'autres secteurs de recherche évaluant l'impact de programmes informatiques, les sujets témoins devaient utiliser des JV correspondant, selon les chercheurs, à un « placebo ». Cependant, ces JV, même élémentaires comme Tetris, ont probablement un impact sur les fonctions cognitives. Il est difficile de considérer ces interventions comme dénuées d'effet sur les participants. Ce défaut dans l'évaluation objective de l'effet des JV a été compensé dans certaines études par le recours aux évaluations pré et post interventions ainsi que par une réévaluation de l'effet à distance de l'intervention.

2.5.3.2 Médias utilisés et diversité du vocabulaire

Le vocabulaire utilisé pour décrire les programmes étudiés diffère en fonction des auteurs des publications citées. L'utilisation du terme « *video games* » s'est avérée assez rare. Plusieurs articles ont recours au terme de « technologie de RV » alors que les outils utilisés ne comprennent souvent qu'un écran associé à un clavier ou à un joystick et ne sont jamais des dispositifs faisant appel à d'autres sens que la vue et l'audition. Les technologies mises en place dans ces études ne correspondent pas forcément à la représentation que se fait le grand public de la RV, d'autant plus avec la commercialisation de plus en plus large de dispositifs de RV ; aussi les qualifier de RV paraît un peu inapproprié. En effet, les dispositifs de RV commercialisés stimulent quasi tous la proprioception de l'utilisateur, ce que ne font généralement pas les outils étudiés au cours de ces recherches.

Une formalisation du vocabulaire utilisé semble nécessaire, afin que les chercheurs puissent échanger sur des dispositifs équivalents :

- Dans cette revue de la littérature nous proposons qu'un dispositif de RV soit défini comme un dispositif mettant en jeu un sentiment de présence chez l'utilisateur, c'est-à-dire induisant l'impression de se situer effectivement dans l'environnement généré par l'ordinateur. Il conviendrait de réserver les termes de « RV » aux dispositifs faisant appel non seulement à la vue et à l'audition mais aussi la proprioception et de distinguer ainsi les dispositifs y ayant recours.
- Le terme SGing correspond à l'utilisation d'un jeu commercial grand public à des fins autres que ludiques, dont la thérapeutique.
- Le terme SG se rapporte à des logiciels utilisant des ressorts ludiques dans une intention « sérieuse » (informative, commerciale, thérapeutique...).
- Il est par ailleurs possible de considérer qu'un même programme puisse correspondre à deux caractéristiques, à la fois SG et RV par exemple.

Avec ces définitions la caractérisation des dispositifs utilisés est plus aisée :

	Serious Game	Serious Gaming
RV	6	1
Sans RV	15	3

Tableau 3 Répartition des publications en fonction du type de jeu étudié et du recours ou non à la RV

Les programmes informatiques utilisés à des fins thérapeutiques, notamment en remédiation cognitive tel le programme RECOS, correspondent, pour certains, à la définition des JV ou, au contraire, en sont exclus si l'on considère que la simple transposition d'un jeu sur support informatique ne suffit pas à définir le JV. Il apparaît à ce jour indispensable de proposer des définitions claires et restrictives de chaque terme (147). Les publications sélectionnées dans ce travail ont été retenues si elles faisaient explicitement référence au JV ou à d'autres termes, plus restrictifs encore : la RV, le SGing et le SG.

2.5.3.3 Conflits d'intérêts

Il est intéressant de noter que la grande majorité des auteurs ne signalent pas de conflit d'intérêt (dix articles) voire n'abordent même pas le sujet (treize articles). Singulièrement, les chercheurs ayant mené les études ont également pris part au développement des interventions analysées, ce qui implique nécessairement un conflit d'intérêt. Pour pallier cela il serait nécessaire que les équipes évaluant ces dispositifs soit indépendantes de celles qui élaborent les programmes. S'agissant des essais, seuls Smith et son équipe (122) déclarent un conflit d'intérêt : en effet, dans cette publication, une partie des auteurs signalent leur emploi ou leur contrat de consultant au sein de l'entreprise développant le logiciel. Par ailleurs, l'équipe de Välimäki, ayant réalisé la revue de la littérature citée, qui ne conclue pourtant pas au bénéfice de l'utilisation de la RV pour améliorer l'adhésion thérapeutique, signale également des conflits d'intérêt.

2.5.4 Projets, perspectives

Cette revue de la littérature montre que les JV et la RV, à l'heure actuelle, pourraient d'ores et déjà apporter des progrès dans la prise en charge des patients souffrant de troubles psychiatriques sévères. Il reste cependant nécessaire de continuer à évaluer l'impact de ces technologies, que ce soit chez le sujet sain ou chez le sujet souffrant de schizophrénie. De plus, il paraît fondamental d'évaluer également les impacts sur la qualité de vie des patients et de ne pas se limiter aux seules fonctions cognitives. D'autre part, si l'on souhaite favoriser l'autonomie des patients, il serait intéressant d'évaluer leur efficacité hors présence soignante. En effet, toutes les études retenues présentent des protocoles où le patient n'est pas confronté seul au dispositif mais bénéficie d'une présence soignante. Il est donc difficile de juger si les améliorations constatées ne sont pas, au moins partiellement, liés à cet accompagnement et à l'implication des intervenants dans les prises en charge.

La possibilité d'utiliser des JV commerciaux à but thérapeutique (ce qu'on appelle le Serious Gaming) a été explorée par certains auteurs (120,121,148). Cette éventualité permettrait

de bénéficier des qualités intrinsèques de ces jeux grands-publics, notamment leur caractère motivationnel. Il serait également souhaitable de faire collaborer chercheurs et industriels du vidéoludisme pour développer des programmes à la fois ludiques et thérapeutiques comme le préconise Bavelier (149). Idéalement, la collaboration de programmeurs indépendants et/ou de joueurs devrait également être recherchée, car elle a démontré sa pertinence dans l'élaboration et le développement de JV comme Minecraft ou CounterStrike, dont le succès commercial est avéré. Développer ou adapter à l'usage thérapeutique des jeux déjà existants devrait être une piste d'investigation qu'il conviendrait d'exploiter. Au demeurant, il faudrait au préalable mettre en relation des professionnels issus d'univers très différents, qu'ils soient cliniciens, chercheurs en psychiatrie ou en *game studies*, informaticiens ou encore développeurs amateurs. Pour cela, nous proposons la création d'un site internet qui aurait pour vocation ces rapprochements et dont la fonction serait également de présenter aux cliniciens des outils thérapeutiques potentiellement utilisables en pratique courante.

Enfin, l'évaluation de l'impact des JV commerciaux ne doit pas se limiter aux cognitions « froides ». En effet certains de ces logiciels exigent des joueurs qu'ils décryptent les émotions et humeurs d'avatars (PNJ : cf. 3.2). De ce fait, ces jeux, en stimulant les capacités d'interaction des utilisateurs pourraient, potentiellement, améliorer les cognitions sociales. Si tel était le cas, l'utilisation de ces JV pourrait alors s'envisager dans un but thérapeutique, auprès de patients dont les capacités d'interaction sociale sont détériorées.

Il est vraisemblable que les JV et les programmes de RV offrent de nouvelles possibilités de prise en charge pour les patients souffrant de schizophrénie. Cependant, du fait du caractère récent de ces technologies et de leur utilisation dans le cadre des soins, il est nécessaire d'être prudent et de promouvoir la poursuite des investigations déjà entreprises. La mise en relation des psychiatres avec des chercheurs issus d'autres disciplines paraît essentielle et améliorerait indubitablement la qualité et l'efficacité de ces outils. De même, une meilleure connaissance du média, de son histoire et de sa culture serait bienvenue et contribuerait certainement à accroître la pertinence de ces travaux de recherche.

3 Annexes

3.1 JV et dispositifs cités

Auteur, Nom du dispositif si disponible	Cible	Type	Divers (coût, localisation)
Schizophrénie			
Aubin : VAP-S	Activité de la vie quotidienne	SG	Dispositif de recherche Pas de distribution
Ku: pas de données	Cognition sociale	SG	
Park: même équipe que Ku, pas de données, par contre RV effective (lunettes de RV)	Cognition sociale	RV SG	
Rus-Calafell: Soskitrain	Cognition sociale	SG	Dispositif de recherche Pas de distribution
Lindenmayer: Mind Reading : An Interactive Guide to Emotions	Cognition sociale	SG	Logiciel thérapeutique, 131£
Peyroux: RC2S	Cognition sociale	SG	Dispositif de recherche Pas de distribution
Lallart	Fonctions cognitives	RV SG	Dispositif de recherche Pas de distribution
Spieker	Fonctions cognitives	SG	Dispositif de recherche Pas de distribution
La Paglia: NeuroVR 2 Software	Fonctions cognitives	RV SG	Gratuit, open source www.neurovr2.org
Kimhy: Your Shape Fitness Evolved	Fonctions cognitives	SGing	Jeu commercial sur console Xbox 360 avec dispositif Kinect
López-Martín: Big Brain Academy	Fonctions cognitives	SGing	Jeu commercial sur console Wii
Amado	Fonctions cognitives	SG	Dispositif de recherche Pas de distribution
Chan: dispositif de RV IREX et Gesture Extrem de la société Gesturtek avec logiciels dédiés	Habiletés sociales	RV SG	Société nord-américaine développant des dispositifs thérapeutiques dédiés
Tsang: VRVTS	Intégration professionnelle	SG	Dispositif de recherche Pas de distribution
Humm et Smith: VR-JIT	Intégration professionnelle	SG	Logiciel en anglais utilisable sur tablette tactile ou ordinateur (89.95\$)
Han: Jeux commerciaux non décrits (jeux de hasard, FPS et RPG)	Symptômes	SGing	
Leff: Avatar Therapy	Symptômes	SG	Dispositif de recherche

			Pas de distribution
Moritz	Symptômes	SG	Dispositif de recherche Pas de distribution
Tichon: Dispositif VISAC : environnement/expérience psychotique en RV	TCC, apprentissage	RV SG	Dispositif de recherche Pas de distribution
Troubles thymiques			
Bipolife	Hygiène de vie, psychoéducation des patients souffrant de trouble bipolaire	SG	Gratuit, accessible en ligne, à destination des patients
Troubles anxieux			
Tetris	Symptômes PTSD	SGing	Jeu commercial disponible sur de multiples supports
Pédopsychiatrie			
Coyle: Personal Investigator	Médiation	SG	Dispositif de recherche, anglophone, accessible aux professionnels de santé mentale et aux chercheurs
Brezinka: Treasure Hunt	TCC	SG	Logiciel anglophone, gratuit, réservé aux thérapeutes, téléchargeable sur le site de l'université de Zurich après enregistrement (en attente)
Merry : SPARX	Dépression, TCC	SG	Uniquement accessible en Nouvelle Zélande, anglophone
Jardri: MHASC	Hallucinations	SG	Application pour tablette, développement en cours, gratuite
Pommereau: Clash Back	Médiation	SG	Offre professionnels : 72,25€, établissement : 469,20€
TSA			
Friedrich: Social Mirror Game	Cognition sociale	SG	Dispositif de recherche Pas de distribution
Humm et Smith: VR-JIT	Intégration professionnelle	SG	Logiciel en anglais utilisable sur tablette tactile ou ordinateur (89.95\$)

Tanaka: Let's Face It !	Cognition sociale	SG	Dispositif anglophone, gratuit, téléchargeable sur le site de l'université Victoria
Trouble du comportement alimentaire			
Playmancer	TCC	RV SG	Dispositif de recherche Pas de distribution
TDAH			
Bioulac: Classe Virtuelle	Symptômes	SG	Dispositif de recherche Pas de distribution
TUS			
Playmancer	TCC	RV SG	Dispositif de recherche Pas de distribution

Tableau 4 Récapitulatif des JV et dispositifs cités en fonction des pathologies ciblées

PTSD : Post-Traumatic Stress Disorder ; RV : Réalité Virtuelle ; SG : Serious Game ; SGing : Serious Gaming ; TCC : Thérapie Cognitivo-Comportementale

3.2 Lexique

Pour les termes se rapportant aux genres de JV se référer à l'annexe dédiée

- **Casual game / casual gamer** : correspond à une pratique occasionnelle du jeu vidéo sans réel investissement ni intérêt pour la culture vidéoludique. Termes parfois utilisés de façon péjorative par les communautés de joueurs, distinguant « vrais » et « faux » joueurs.
- **Consoles** : terme généraliste utilisé pour désigner des dispositifs dédiés quasi uniquement à la pratique des JV. Se branchant généralement sur une télévision elles sont développées et commercialisées par différents grands groupes industriels : Microsoft (Xbox), Sony (Playstation) et Nintendo (Wii, DS) étant les principaux acteurs du marché actuel.
- **Empowerment** : accroissement de la capacité d'autonomisation d'une personne par le développement de sa responsabilisation, la prise en compte de son avenir et sa participation aux décisions la concernant.
- **Game design / game designer** : termes se référant au processus de création des JV et à la définition des règles, du scénario et des autres paramètres du jeu. On pourrait considérer grossièrement les game designers comme les architectes d'un JV, faisant le lien entre les différents intervenants dans la création de celui-ci (scénaristes, programmeurs...).
- **Gameplay** : ressenti du joueur face au JV. Correspond à la rencontre entre les actions du joueur et les règles constitutives du jeu mises au point par le(s) game designer(s).
- **Hardcore Gamer** : joueur passionné, qui s'implique beaucoup dans la pratique d'un ou de plusieurs JV.
- **IRL** : initiales de « In Real Life », « dans la vie réelle » par opposition au fait de jouer.
- **Manette/Joystick** : dispositif d'entrée permettant à l'utilisateur de transmettre ses actions à la console ou l'ordinateur.
- **Microsot Kinekt** : dispositif utilisable via la console Xbox de Microsoft correspondant à une caméra équipée d'un détecteur de mouvements permettant d'interagir avec un jeu. Les constructeurs concurrents ont également développés des dispositifs comparables : PS Eye pour Sony, caméra de la Wii U.
- **Mod** : (contraction de modification), modifications d'un jeu pour en créer un nouveau. Les changements peuvent aller de l'esthétique au gameplay du jeu en passant par son scénario.
- **Motion Sickness** : aussi appelé cinétose, correspond à un malaise causé par une discordance entre les perceptions visuelles et celles du système vestibulaire. Il peut apparaître lors de l'utilisation de JV ou de système de RV ; il est comparable au mal des transports.

- **Multiplayer** : fait de jouer à plusieurs sur un même jeu.
- **Présence (sentiment de)** : perception psychologique d'être effectivement « à l'intérieur » de l'environnement virtuelle généré par le dispositif de RV.
- **(I') Ordinateur** : terme couramment employé pour désigner l'intelligence artificielle du logiciel à laquelle se confronte le(s) joueur(s).
- **Réalité virtuelle** : Environnement modélisé par un dispositif dédié dans lequel l'utilisateur peut évoluer en ayant la sensation d'y être effectivement présente. Pour cela le logiciel va stimuler différents sens de celui qui en fait usage (vue, ouïe, proprioception...).
- **Serious Game** : logiciel ayant recours à des ressorts ludiques mais dont le but serait « sérieux » (autre que le plaisir). Les objectifs de ces jeux peuvent être informatifs, pédagogiques, publicitaires ou encore thérapeutiques.
- **Serious Gaming** : détournement d'un jeu, initialement développé à visée ludique, vers un but autre, « sérieux ».

3.3 Classification empirique des jeux vidéo

En général les classifications les plus répandues pour décrire les différents types de JV reposent sur des critères empiriquement définis correspondant à certaines caractéristiques du produit vidéoludique. Cela peut être une spécificité du *game design* ou du scénario qui permet de classer un JV. Cependant ces critères ne satisfaisant pas les ludologues, ces derniers ont développé d'autres classifications, reposant essentiellement sur une dissection du *game design* des JV. Ainsi un jeu sera classé par les différentes règles auquel il a recours (150). Cependant ces classifications, peu connus du grand public ne permettent de comprendre le vocabulaire le plus couramment utilisé. Par souci de simplification sera présenté ci-après une classification des JV plus commune que l'on peut retrouver sur l'encyclopédie en ligne Wikipedia (151). Les définitions proposées peuvent se recouper ou se compléter, par exemple un jeu d'action peut utiliser les mécanismes du FPS, un RPG peut avoir recours aux mécanismes des puzzle games etc... Par exemple, le jeu Warcraft est un jeu de stratégie où l'on doit gérer une ville et une armée afin de combattre un autre joueur ou le jeu, mais il utilise les mécaniques du point and click. De plus il est aussi difficile de dresser une liste exhaustive de tous les types de JV que de faire de même avec la musique. Presque chaque jeu, pour peu qu'il tente de se démarquer des autres, utilisera des mécaniques différentes ou en proportions différentes. Par ailleurs des licences importantes comme Tomb Raider, Super Mario, ou encore Final Fantasy pourront englober des jeux aux mécaniques très différentes mais évoluant dans le même univers. Les différents types cités se différencient essentiellement par les mécanismes utilisés dans les jeux d'où découlent des *gameplays* différents mis au point par le *gamedesign*.

– Action

- Combat : Simulation d'affrontement physique entre un ou plusieurs joueurs et/ou le jeu lui-même (appelé alors « ordinateur »).

Exemple : Street Fighter

- ♦ Beat them up : sous-type de jeu de combat, où le(s) joueur(s) doit traverser des niveaux en se battant contre des vagues successives d'adversaires.

Exemple : Double Dragon, Devil May Cry

- Plate-forme : Jeu basé essentiellement sur le parcours de niveaux constitués de différents obstacles, pièges, ennemis et plateformes. La vue est généralement à la 3^{ème} personne. Ce type de jeu est le plus connu et a longtemps été le plus populaire.

Exemples : Super Mario Bros, Sonic The Hedgehog

- Tir : Jeu dans lequel le but fondamental consiste à tirer sur des cibles/ennemis tout en évitant leurs projectiles. À noter que le tir peut faire partie des mécaniques d'autres jeux comme ceux de plateformes. Mais dans ces derniers le fait de tirer n'est qu'une action secondaire, le but principal étant de se déplacer du début à la fin du niveau.

- ♦ Tir en vue subjective : communément appelé FPS. L'un des genres les plus populaires à l'heure actuelle mais également extrêmement critiqué du fait de la violence qu'il met en scène. Ils permettent d'incarner un personnage à la première personne qui doit évoluer dans un monde en trois dimensions et tirer sur les ennemis qu'il rencontre.

Exemples : Doom, Half Life, Counter Strike, Call Of Duty

- ♦ Shoot them up : jeu de tir en vue à la troisième personne (ou objective) ou le joueur doit contrôler un véhicule au travers de niveaux en deux dimensions, tirer sur les ennemis et éviter ses projectiles. Il s'agit d'un des types de jeu de tir les plus anciens, actuellement en perte de vitesse mais bénéficiant d'un certain succès auprès de communauté de hardcoregamers, en particulier au Japon.
- ♦ Rail Shooter : sous type de FPS dans lequel le but est toujours de tirer sur des ennemis mais le joueur n'étant pas libre de ses mouvements. On pourrait le comparer à une simulation de tir au pigeon, le joueur étant confronté à des configurations différentes des cibles et de leur type au fur et à mesure de la progression.

Exemple : Time Crisis

- ♦ Tir en vue objective : équivalent du FPS mis à part la vue qui est à la troisième personne.

Exemple : Gears of War

– **Aventure**

- Fiction interactive : ou jeu d'aventure textuel, l'un des premiers types de jeu vidéo correspondant à une transposition des « livres dont vous êtes le héros » sur informatique. Le joueur confronté à des situations décrites textuellement doit écrire au clavier les actions de son avatar pour progresser.

Exemple : Zork

- Aventure graphique : ou point and click, évolution des fictions interactives. Le joueur doit utiliser sa souris pour faire faire des actions à son avatar au sein d'un environnement généralement en deux dimensions.

Exemple : Day of the Tentacle

- Simulation de drague : type de jeu peu connu en occident, essentiellement commercialisés au Japon. Le joueur doit courtiser un avatar virtuel, généralement féminin, en réalisant un certain nombre d'actions virtuelles (faire du sport, lui acheter des fleurs...).

Exemple : Sakura Taisen

- Visual novel : Autre genre majoritairement consommé au Japon. Il correspond à des romans graphiques où le joueur n'a que peu d'action à réaliser. En général il pourra juste suivre le cours du récit et parfois influencer sur celui-ci en choisissant des réponses lors de discussions.

Exemple : Higurashi no naku koro ni

– **Action-aventure**

- Infiltration : sous genre de jeux de tir à la première ou troisième personne dans lequel le but principal est d'évoluer dans des environnements hostiles sans se faire remarquer par les ennemis. Le tir devient alors une action secondaire.

Exemple : Metal Gear

- Survival horror : autre sous genre de jeu de tir, généralement en vue objective, empruntant beaucoup aux techniques du cinéma d'horreur. Les ambiances, plans, découpages du récit sont utilisés par les programmeurs pour provoquer un sentiment de peur chez le joueur.

Exemple : Resident Evil

– **Jeu de rôle**

- Inspirés des jeux de rôle papiers, les RPG (*Role Playing Games*) permettent d'incarner des personnages évoluant généralement dans des univers fantastiques (majoritairement médiévaux). Ils sont caractérisés par la possibilité de faire évoluer un personnage, que ce soit concernant ses attributs (force, intelligence, résistance...) et/ou son équipement (armes, vêtements...). L'une des mécaniques récurrentes des RPG qui font leur succès est le recours à la boîte de Skinner. Le joueur combat des hordes d'ennemis et est parfois récompensé par l'obtention d'objets améliorant ses capacités (arme magique, argent...)

- Jeu de rôle d'action : association des mécaniques de jeux de rôle et de jeux d'action. En général, le joueur incarne un avatar qu'il contrôle et doit combattre en temps réel.

Exemples : The Elders Scrolls V : Skyrim, Mass Effect

- Hack'n'slash : jeu à la troisième personne dans lequel on doit déplacer un personnage combattant des nuées d'ennemis. Genre très proche des RPG d'action mais aux mécaniques plus simples.

Exemple : Diablo

- Rogue-like : caractéristique possible des Hack'n'slash ou des jeux de rôle d'action plutôt que genre de jeu à part entière. Se caractérise par des niveaux générés aléatoirement par le logiciel.

Exemple : Rogue

- Jeu de rôle en ligne massivement multijoueur : MMORPG (massively multiplayer online role-playing game) jeu de rôle d'action permettant à de très nombreux joueurs d'interagir en ligne au travers d'un monde virtuel.

Exemple : World Of Warcraft

- Jeu de rôle tactique : genre se basant sur la mécanique des échecs. Le joueur affronte généralement l'ordinateur, au tour par tour, au travers de batailles impliquant plusieurs personnages, le tout se déroulant sur une carte quadrillée. Les déplacements et attaques varient en fonction du personnage sélectionné.

Exemple : Shining Forces, Final Fantasy Tactics

- Réflexion : genre basé sur la réflexion à visée de résolution de problèmes ou d'énigmes. On peut distinguer des sous types comme les labyrinthes, les puzzle games ou encore la transposition de programmes d'entraînement cognitifs.

Exemples : PacMan, Tetris, Programme d'entraînement cérébral du Dr Kawashima, Shadow of the Colossus

- Simulation : genre qui permet de reproduire une activité réelle, qui se veut généralement réaliste, sans contrainte scénaristique forte

- Gestion : dans ce type de jeu le joueur doit gérer un monde virtuel en prenant en compte différents paramètres. En général le joueur incarne un maire ou encore un dieu. Ce type de jeu se rapproche beaucoup des jeux de stratégie.

Exemples : SimCity, Theme Hospital

- Simulation de véhicule : reproduction réaliste de la conduite d'un moyen de transport.

Exemple : Gran Turismo, Flight Simulator

- Stratégie

- Stratégie au tour par tour : genre initié par la transposition de jeux de société (échecs, jeux de carte) au format informatique. Actuellement essentiellement représentés par les jeux de rôle tactiques
 - Stratégie en temps réel : ou RTS pour *Real Time Strategy*, genre particulièrement populaire, mêlant jeu de gestion et jeu de rôle. Le(s) joueur(s) doivent la plupart du temps gérer une « ville », produire et consommer des ressources pour développer une armée permettant d'affronter un ennemi.
Exemples : Starcraft, Age of Empire
 - Grande stratégie et 4X : Ces jeux rassemblent également les principes et mécaniques des jeux de gestion et de stratégie en temps réel, mais à des échelles plus grandes. Ils impliquent en général de devoir prendre en compte des paramètres extrêmement variés (politique, diplomatique, économique, religieux, scientifique, militaire...) dans le développement d'une nation. 4X correspond à quatre principes de ces jeux : exploration, expansion, exploitation et extermination.
Exemples : Civilization, Europa Universalis
 - Wargame : genre proche du précédent mais avec une place importante donnée aux batailles militaires qui se déroulent en temps réel.
Exemple : Total War
- Autres genres
- Sport : peuvent être considérés comme des jeux de simulation mais impliquent également des mécaniques de gestion. Généralement, le joueur, à la tête d'une équipe sportive, doit gagner des matchs de tournois, championnats et autres.
Exemple : PES, FIFA soccer
 - Course : également proche des jeux de simulation, à la différence que, dans ceux-ci, une place plus importante est donnée à des éléments fictifs, se rapprochant ainsi des mécanismes des jeux d'action. Le joueur peut par exemple utiliser des armes, bonus pour gagner une course.
Exemple : Mario Kart
 - Rythme : genre basé sur la reproduction de mouvements à un rythme imposé par le logiciel. Le joueur peut ainsi simuler une danse ou la pratique d'un instrument de musique.
Exemples : Dance Dance Revolution, Guitar Hero

Cette liste de genres de jeux vidéo n'est, bien entendu, pas exhaustive et ne peut répertorier l'ensemble des différents types de pratique vidéoludique en évolution permanente. On a pu, par exemple, voir apparaître au cours des dernières années des genres nouveaux, issus de communautés de joueur ou développés par des programmeurs indépendants. Par exemple les Sandbox (bac à sable), dont l'exemple type est MineCraft, ont recours aux mécaniques des jeux de rôle, de gestion ou encore de simulation. Le joueur a à sa disposition un univers qu'il peut modifier à volonté et peut construire des édifices de la même manière qu'avec des Lego. Un autre exemple est celui des MOBA (Multiplayer Online Battle Arena). Dans cet exemple, des joueurs ont adapté ou « modé » un RTS pour pouvoir s'affronter dans une arène à la façon d'un jeu de combat.

3.4 Table de tableaux

Tableau 1 Description des publications incluses dans la revue de la littérature page 37

Tableau 2 Récapitulatif de la répartition géographique des publications page 57

Tableau 3 Répartition des publications en fonction du type de jeu étudié
et du recours ou non à la RV page 62

Tableau 4 Récapitulatif des JV et dispositifs cités en fonction des pathologies ciblées page 65

3.5 Table des figures

Figure 1. Représentation sagittale droite des structures anatomiques cérébrales présentant des modifications de l'activation et/ou du volume après usage de JV : Cortex frontal, préfrontal, occipital, pariétal, striatum, hippocampe et cervelet page 21

Figure 2. Flow Chart récapitulatif des articles retenus pour la revue de la littérature page 36

Figure 3. Répartition des publications par continent page 58

Figure 4. Répartition des publications par type d'étude page 58

3.6 Liste des abréviations

- 3D : trois dimensions
- AVP : accident de la voie publique
- EEG : électro-encéphalogramme
- FPS : first-person shooter
- JV : jeu(x) vidéo
- PTSD : post-traumatic stress disorder
- RTS : real-time strategy
- RV : réalité virtuelle
- SG : serious-game
- SGing : serious-gaming
- TCC : thérapie cognitivo-comportementale
- TDAH : trouble déficit de l'attention / hyperactivité
- TCA : trouble du comportement alimentaire
- TSA : trouble du spectre autistique
- TUS : trouble de l'usage des substances

3.7 Bibliographie

1. Rufat S, Minassian HT, Coavoux S. (2014). Jouer aux jeux vidéo en France. *L'Espace Géographique*. 43:308-23.
2. SELL.L'Essentiel du Jeu Vidéo. [en ligne]. http://www.essentiel-jeu-video.fr/media/pdf/EJV_10_2015_FR.pdf. Consulté le 5 mai 2016.
3. Audureau W. Le grand imbroglio des chiffres du marché du jeu vidéo. *Le Monde.fr*. [en ligne]. http://www.lemonde.fr/pixels/article/2016/02/09/le-grand-imbroglio-des-chiffres-du-marche-du-jeu-video_4862143_4408996.html. Consulté le 5 mai 2016.
4. Garrigues P. (2001). Est-ce que les animaux jouent ? *Enfances Psy*. 15:11-7.
5. Blacker KJ, Curby KM, Klobusicky E, Chein JM. (2014). Effects of action video game training on visual working memory. *J Exp Psychol Hum Percept Perform*. 40:1992-2004.
6. Green CS, Bavelier D. (2012). Learning, attentional control, and action video games. *Curr Biol*. 22:197-206.
7. Feng J, Spence I, Pratt J. (2007). Playing an action video game reduces gender differences in spatial cognition. *Psychol Sci*. 18:850-5.
8. Bejjanki VR, Zhang R, Li R, Pouget A, Green CS, Lu Z-L, et al. (2014). Action video game play facilitates the development of better perceptual templates. *Proc Natl Acad Sci USA*. 111:16961-6.
9. Nouchi R, Taki Y, Takeuchi H, Hashizume H, Nozawa T, Kambara T, et al. (2013). Brain training game boosts executive functions, working memory and processing speed in the young adults: a randomized controlled trial. *PLoS One*. 8:e55518.
10. Kalfa LC et D. Les jeux vidéo, nouveau terrain d'entraînement des armées. *Le Monde.fr*. [en ligne]. http://www.lemonde.fr/technologies/article/2007/10/12/les-jeux-video-nouveau-terrain-d-entrainement-des-armees_965015_651865.html. Consulté le 29 août 2015.
11. Kalfa P, Checola L.D. Stéphane Urbinati : "Les jeux destinés aux armées diffèrent sensiblement des jeux vidéos classiques". *Le Monde.fr*. [en ligne]. http://www.lemonde.fr/technologies/article/2007/10/12/stephane-urbinati-les-jeux-destines-aux-armees-different-sensiblement-des-jeux-videos-classiques_965090_651865.html. Consulté le 29 août 2015.
12. Glass BD, Maddox WT, Love BC. (2013). Real-time strategy game training: emergence of a cognitive flexibility trait. *PLoS One*. 8:e70350.
13. Saleem M, Anderson CA, Gentile DA. (2012). Effects of Prosocial, Neutral, and Violent Video Games on Children's Helpful and Hurtful Behaviors. *Aggress Behav*. 38:281-7.
14. Bailey K, West R. (2013). The effects of an action video game on visual and affective information processing. *Brain Res*. 1504:35-46.
15. Bavelier D, Davidson RJ. (2013). Brain training: Games to do you good. *Nature*. 494:425-6.
16. Lee H, Voss MW, Prakash RS, Boot WR, Vo LTK, Basak C, et al. (2012). Videogame training strategy-induced change in brain function during a complex visuomotor task. *Behav Brain Res*. 232:348-57.
17. Nikolaidis A, Voss MW, Lee H, Vo LTK, Kramer AF. (2014). Parietal plasticity after training with a complex video game is associated with individual differences in improvements in an untrained working memory task. *Front Hum Neurosci*. 8:169.
18. Latham AJ, Patston LLM, Westermann C, Kirk IJ, Tippett LJ. (2013). Earlier visual N1 latencies in expert video-game players: a temporal basis of enhanced visuospatial

performance? *PloS One*. 8:e75231.

19. Martínez K, Solana AB, Burgaleta M, Hernández-Tamames JA, Alvarez-Linera J, Román FJ, et al. (2013). Changes in resting-state functionally connected parietofrontal networks after videogame practice. *Hum Brain Mapp*. 34:3143-57.
20. Kätsyri J, Hari R, Ravaja N, Nummenmaa L. (2013). Just watching the game ain't enough: striatal fMRI reward responses to successes and failures in a video game during active and vicarious playing. *Front Hum Neurosci*. 7:278.
21. Lorenz RC, Gleich T, Gallinat J, Kühn S. (2015). Video game training and the reward system. *Front Hum Neurosci*. 9:40.
22. Kühn S, Gleich T, Lorenz RC, Lindenberger U, Gallinat J. (2014). Playing Super Mario induces structural brain plasticity: gray matter changes resulting from training with a commercial video game. *Mol Psychiatry*. 19:265-71.
23. Tanaka S, Ikeda H, Kasahara K, Kato R, Tsubomi H, Sugawara SK, et al. (2013). Larger right posterior parietal volume in action video game experts: a behavioral and voxel-based morphometry (VBM) study. *PloS One*. 8:e66998.
24. Hyun GJ, Shin YW, Kim B-N, Cheong JH, Jin SN, Han DH. (2013). Increased cortical thickness in professional on-line gamers. *Psychiatry Investig*. 10:388-92.
25. Kühn S, Lorenz R, Banaschewski T, Barker GJ, Büchel C, Conrod PJ, et al. (2014). Positive association of video game playing with left frontal cortical thickness in adolescents. *PloS One*. 9:e91506.
26. Gong D, He H, Liu D, Ma W, Dong L, Luo C, et al. (2015). Enhanced functional connectivity and increased gray matter volume of insula related to action video game playing. *Sci Rep*. 5:9763.
27. Ilg W, Schatton C, Schicks J, Giese MA, Schöls L, Synofzik M. (2012). Video game-based coordinative training improves ataxia in children with degenerative ataxia. *Neurology*. 79:2056-60.
28. Bronner S, Pinsker R, Naik R, Noah JA. (2016). Physiological and psychophysiological responses to an exer-game training protocol. *J Sci Med Sport*. 19:267-71.
29. Orihuela-Espina F, Fernández del Castillo I, Palafox L, Pasaye E, Sánchez-Villavicencio I, Leder R, et al. (2013). Neural reorganization accompanying upper limb motor rehabilitation from stroke with virtual reality-based gesture therapy. *Top Stroke Rehabil*. 20:197-209.
30. Simmons CD, Arthanat S, Macri VJ. (2014). Pilot study: Computer-based virtual anatomical interactivity for rehabilitation of individuals with chronic acquired brain injury. *J Rehabil Res Dev*. 51:377-90.
31. Voracy Fish. Jeux thérapeutiques et AVC. [en ligne]. <http://www.voracy.com>. Consulté le 20 août 2015.
32. Cameirão MS, Badia SBI, Oller ED, Verschure PFMJ. (2010). Neurorehabilitation using the virtual reality based Rehabilitation Gaming System: methodology, design, psychometrics, usability and validation. *J Neuroengineering Rehabil*. 7:48.
33. Holden MJ, Dyar T. (2002). Virtual Environment Training: A New Tool for Neurorehabilitation. *JPNT*. 26.
34. Geronimi M, Hombourger E. Le Livre Blanc du Rehab-Gaming. [en ligne]. http://rehab-gaming.com/?page_id=76. Consulté le 20 août 2015.
35. Ortiz-Catalan M, Sander N, Kristoffersen MB, Håkansson B, Brånemark R. (2014). Treatment of phantom limb pain (PLP) based on augmented reality and gaming controlled by myoelectric pattern recognition: a case study of a chronic PLP patient. *Front Neurosci*. 8:24.
36. Boot WR, Champion M, Blakely DP, Wright T, Souders DJ, Charness N. (2013). Video games as a means to reduce age-related cognitive decline: attitudes, compliance, and

effectiveness. *Front Psychol.* 4:31.

37. Belchior P, Marsiske M, Sisco SM, Yam A, Bavelier D, Ball K, et al. (2013). Video game training to improve selective visual attention in older adults. *Comput Hum Behav.* 29:1318-24.
38. Mayas J, Parmentier FBR, Andrés P, Ballesteros S. (2014). Plasticity of attentional functions in older adults after non-action video game training: a randomized controlled trial. *PLoS One.* 9:e92269.
39. Ballesteros S, Prieto A, Mayas J, Toril P, Pita C, Ponce de León L, et al. (2014). Brain training with non-action video games enhances aspects of cognition in older adults: a randomized controlled trial. *Front Aging Neurosci.* 6:277.
40. Anguera JA, Boccanfuso J, Rintoul JL, Al-Hashimi O, Faraji F, Janowich J, et al. (2013). Video game training enhances cognitive control in older adults. *Nature.* 501:97-101.
41. Li RW, Ngo CV, Levi DM. (2015). Relieving the attentional blink in the amblyopic brain with video games. *Sci Rep.* 5:8483.
42. Vedamurthy I, Nahum M, Bavelier D, Levi DM. (2015). Mechanisms of recovery of visual function in adult amblyopia through a tailored action video game. *Sci Rep.* 5:8482.
43. Vedamurthy I, Nahum M, Huang SJ, Zheng F, Bayliss J, Bavelier D, et al. (2015). A dichoptic custom-made action video game as a treatment for adult amblyopia. *Vision Res.* 114:173-87.
44. Connors EC, Chrastil ER, Sánchez J, Merabet LB. (2014). Action video game play and transfer of navigation and spatial cognition skills in adolescents who are blind. *Front Hum Neurosci.* 8:133.
45. Connors EC, Chrastil ER, Sánchez J, Merabet LB. (2014). Virtual environments for the transfer of navigation skills in the blind: a comparison of directed instruction vs. video game based learning approaches. *Front Hum Neurosci.* 8:223.
46. Tartaglione EV, Derleth M, Yu L, Ioannou GN. (2014). Can computerized brain training games be used to identify early cognitive impairment in cirrhosis? *Am J Gastroenterol.* 109:316-23.
47. DeShazo J, Harris L, Pratt W. (2010). Effective intervention or child's play? A review of video games for diabetes education. *Diabetes Technol Ther.* 12:815-22.
48. Slater SG. (2005). New Technology Device: Glucoboy®, for Disease Management of Diabetic Children and Adolescents. *Home Health Care Manag Amp Pract.* 17:246-7.
49. Wyatt TH, Li X, Huang Y, Farmer R, Reed D, Burkhart PV. (2013). Developing an interactive story for children with asthma. *Nurs Clin North Am.* 48:271-85.
50. Denman WT, Tuason PM, Ahmed MI, Brennen LM, Soledad Cepeda M, Carr DB. (2007). The PediSedate® device, a novel approach to pediatric sedation that provides distraction and inhaled nitrous oxide: clinical evaluation in a large case series. *Pediatr Anesth.* 17:162-6.
51. Williams O, Hecht MF, DeSorbo AL, Huq S, Noble JM. (2014). Effect of a novel video game on stroke knowledge of 9- to 10-year-old, low-income children. *Stroke J Cereb Circ.* 45:889-92.
52. Bruggers CS, Altizer RA, Kessler RR, Caldwell CB, Coppersmith K, Warner L, et al. (2012). Patient-empowerment interactive technologies. *Sci Transl Med.* 4:152-68.
53. Hayden EC. (2012). Treating schizophrenia: Game on. *Nature.* 483:24-6.
54. Stora M. (2006). Ico, conte de fée interactif : histoire d'un atelier jeu vidéo. *L'Autre.* 7:215-30.
55. Coyle D, Doherty G, Sharry J. (2009). An evaluation of a solution focused computer game in adolescent interventions. *Clin Child Psychol Psychiatry.* 14:345-60.
56. Brezinka V. (2008). Treasure Hunt - a serious game to support psychotherapeutic

- treatment of children. *Stud Health Technol Inform.* 136:71-6.
57. Merry SN, Stasiak K, Shepherd M, Frampton C, Fleming T, Lucassen MFG. (2012). The effectiveness of SPARX, a computerised self help intervention for adolescents seeking help for depression: randomised controlled non-inferiority trial. *BMJ.* 344:e2598.
 58. MHASC.L'application gratuite d'évaluation des hallucinations précoces. [en ligne]. <http://mhasc.fr>. Consulté le 29 décembre 2015.
 59. CLASH BACK. [en ligne]. <http://www.clash-back.com>. Consulté le 29 décembre 2015.
 60. Rapela J, Lin T-Y, Westerfield M, Jung T-P, Townsend J. (2012). Assisting autistic children with wireless EOG technology. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.* 2012:3504-6.
 61. Friedrich EVC, Suttie N, Sivanathan A, Lim T, Louchart S, Pineda JA. (2014). Brain-computer interface game applications for combined neurofeedback and biofeedback treatment for children on the autism spectrum. *Front Neuroengineering.* 7:21.
 62. Saffin JM, Tohid H. (2016). Walk like me, talk like me. The connection between mirror neurons and autism spectrum disorder. *Neurosci Riyadh Saudi Arab.* 21:108-19.
 63. Smith MJ, Fleming MF, Wright MA, Losh M, Humm LB, Olsen D, et al. (2015). Brief Report: Vocational Outcomes for Young Adults with Autism Spectrum Disorders at Six Months After Virtual Reality Job Interview Training. *J Autism Dev Disord.* 45:3364-9.
 64. Smith MJ, Ginger EJ, Wright K, Wright MA, Taylor JL, Humm LB, et al. (2014). Virtual reality job interview training in adults with autism spectrum disorder. *J Autism Dev Disord.* 44:2450-63.
 65. Georgescu AL, Kuzmanovic B, Roth D, Bente G, Vogeley K. (2014). The use of virtual characters to assess and train non-verbal communication in high-functioning autism. *Front Hum Neurosci.* 8:807.
 66. Tanaka JW, Wolf JM, Klaiman C, Koenig K, Cockburn J, Herlihy L, et al. (2010). Using computerized games to teach face recognition skills to children with autism spectrum disorder: the Let's Face It! program. *J Child Psychol Psychiatry.* 51:944-52.
 67. Giner-Bartolomé C, Fagundo AB, Sánchez I, Jiménez-Murcia S, Santamaría JJ, Ladouceur R, et al. (2015). Can an intervention based on a serious videogame prior to cognitive behavioral therapy be helpful in bulimia nervosa? A clinical case study. *Front Psychol.* 6:982.
 68. Fagundo AB, Santamaría JJ, Forcano L, Giner-Bartolomé C, Jiménez-Murcia S, Sánchez I, et al. (2013). Video game therapy for emotional regulation and impulsivity control in a series of treated cases with bulimia nervosa. *Eur Eat Disord Rev.* 21:493-9.
 69. Ferrer-Garcia M, Gutierrez-Maldonado J, Treasure J, Vilalta-Abella F. (2015). Craving for Food in Virtual Reality Scenarios in Non-Clinical Sample: Analysis of its Relationship with Body Mass Index and Eating Disorder Symptoms. *Eur Eat Disord Rev.* 23:371-8.
 70. Marco JH, Perpiñá C, Botella C. (2013). Effectiveness of cognitive behavioral therapy supported by virtual reality in the treatment of body image in eating disorders: one year follow-up. *Psychiatry Res.* 209:619-25.
 71. Cardi V, Krug I, Perpiñá C, Mataix-Cols D, Roncero M, Treasure J. (2012). The use of a nonimmersive virtual reality programme in anorexia nervosa: a single case-report. *Eur Eat Disord Rev.* 20:240-5.
 72. Perpiñá C, Roncero M, Fernández-Aranda F, Jiménez-Murcia S, Forcano L, Sánchez I. (2013). Clinical validation of a virtual environment for normalizing eating patterns in eating disorders. *Compr Psychiatry.* 54:680-6.
 73. Highland KB, Costanzo ME, Jovanovic T, Norrholm SD, Ndiongue RB, Reinhardt BJ, et al. (2015). Catecholamine responses to virtual combat: implications for post-traumatic stress and dimensions of functioning. *Front Psychol.* 6:256.

74. Rothbaum BO, Price M, Jovanovic T, Norrholm SD, Gerardi M, Dunlop B, et al. (2014). A randomized, double-blind evaluation of D-cycloserine or alprazolam combined with virtual reality exposure therapy for posttraumatic stress disorder in Iraq and Afghanistan War veterans. *Am J Psychiatry*. 171:640-8.
75. Costanzo ME, Leaman S, Jovanovic T, Norrholm SD, Rizzo AA, Taylor P, et al. (2014). Psychophysiological response to virtual reality and subthreshold posttraumatic stress disorder symptoms in recently deployed military. *Psychosom Med*. 76:670-7.
76. Walshe DG, Lewis EJ, Kim SI, O'Sullivan K, Wiederhold BK. (2003). Exploring the use of computer games and virtual reality in exposure therapy for fear of driving following a motor vehicle accident. *Cyberpsychology Behav*. 6:329-34.
77. Freedman SA, Dayan E, Kimelman YB, Weissman H, Eitan R. (2015). Early intervention for preventing posttraumatic stress disorder: an Internet-based virtual reality treatment. *Eur J Psychotraumatology*. 6:25608.
78. Freeman D, Antley A, Ehlers A, Dunn G, Thompson C, Vorontsova N, et al. (2014). The use of immersive virtual reality (VR) to predict the occurrence 6 months later of paranoid thinking and posttraumatic stress symptoms assessed by self-report and interviewer methods: a study of individuals who have been physically assaulted. *Psychol Assess*. 26:841-7.
79. Holmes EA, James EL, Coode-Bate T, Deerprouse C. (2009). Can playing the computer game « Tetris » reduce the build-up of flashbacks for trauma? A proposal from cognitive science. *PloS One*. 4:e4153.
80. Pitti CT, Peñate W, de la Fuente J, Bethencourt JM, Roca-Sánchez MJ, Acosta L, et al. (2015). The combined use of virtual reality exposure in the treatment of agoraphobia. *Actas Esp Psiquiatr*. 43:133-41.
81. Lim CG, Lee TS, Guan C, Fung DSS, Zhao Y, Teng SSW, et al. (2012). A brain-computer interface based attention training program for treating attention deficit hyperactivity disorder. *PloS One*. 7:e46692.
82. Bioulac S, Lallemand S, Rizzo A, Philip P, Fabrigoule C, Bouvard MP. (2012). Impact of time on task on ADHD patient's performances in a virtual classroom. *Eur J Paediatr Neurol*. 16:514-21.
83. Bioulac S. Cognitive Remediation in ADHD Children : Comparison Between Three Therapeutic Strategies : Cognitive Remediation With a Virtual Classroom Software and Methylphenidate and Supportive Psychotherapy. *ClinicalTrials.gov*. [en ligne]. <https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT01821170>. Consulté le 12 janvier 2016
84. Tárrega S, Castro-Carreras L, Fernández-Aranda F, Granero R, Giner-Bartolomé C, Aymamí N, et al. (2015). A Serious Videogame as an Additional Therapy Tool for Training Emotional Regulation and Impulsivity Control in Severe Gambling Disorder. *Front Psychol*. 6:1721.
85. Park C-B, Park SM, Gwak AR, Sohn BK, Lee J-Y, Jung HY, et al. (2015). The effect of repeated exposure to virtual gambling cues on the urge to gamble. *Addict Behav*. 41:61-4.
86. Park C-B, Choi J-S, Park SM, Lee J-Y, Jung HY, Seol J-M, et al. (2014). Comparison of the effectiveness of virtual cue exposure therapy and cognitive behavioral therapy for nicotine dependence. *Cyberpsychology Behav Soc Netw*. 17:262-7.
87. Lee JS, Namkoong K, Ku J, Cho S, Park JY, Choi YK, et al. (2008). Social pressure-induced craving in patients with alcohol dependence: application of virtual reality to coping skill training. *Psychiatry Investig*. 5:239-43.
88. Verduin ML, LaRowe SD, Myrick H, Cannon-Bowers J, Bowers C. (2013). Computer simulation games as an adjunct for treatment in male veterans with alcohol use disorder. *J Subst Abuse Treat*. 44:316-22.
89. Bipolife. [en ligne]. <http://bipolife.ubi.com>. Consulté le 17 janvier 2016.

90. Foster A, Chaudhary N, Murphy J, Lok B, Waller J, Buckley PF. (2014). The Use of Simulation to Teach Suicide Risk Assessment to Health Profession Trainees-Rationale, Methodology, and a Proof of Concept Demonstration with a Virtual Patient. *Acad Psychiatry*. 39:620-9.
91. Vallance AK, Hemani A, Fernandez V, Livingstone D, McCusker K, Toro-Troconis M. (2014). Using virtual worlds for role play simulation in child and adolescent psychiatry: an evaluation study. *Psychiatr Bull*. 38:204-10.
92. Pantziaras I, Fors U, Ekblad S. (2015). Innovative training with virtual patients in transcultural psychiatry: the impact on resident psychiatrists' confidence. *PloS One*. 10:e0119754.
93. Franck N. Symptômes et troubles cognitifs. *Neuropsychologie clinique de la schizophrénie*. [en ligne]. <http://www.cairn.info/neuropsychologie-clinique-de-la-schizophrénie--9782100548514-page-79.htm>. Consulté le 7 septembre 2016.
94. Green MF, Kern RS, Braff DL, Mintz J. (2000). Neurocognitive deficits and functional outcome in schizophrenia: are we measuring the « right stuff »? *Schizophr Bull*. 26:119-36.
95. Koren D, Seidman LJ, Goldsmith M, Harvey PD. (2006). Real-world cognitive--and metacognitive--dysfunction in schizophrenia: a new approach for measuring (and remediating) more « right stuff ». *Schizophr Bull*. 32:310-26.
96. Garety PA, Freeman D. (1999). Cognitive approaches to delusions: a critical review of theories and evidence. *Br J Clin Psychol*. 38:113-54.
97. Fioravanti M, Bianchi V, Cinti ME. (2012). Cognitive deficits in schizophrenia: an updated meta-analysis of the scientific evidence. *BMC Psychiatry*. 12:64.
98. Green MF. (2016). Impact of cognitive and social cognitive impairment on functional outcomes in patients with schizophrenia. *J Clin Psychiatry*. 77:8-11.
99. Santé Mentale. Back to the patient, l'informatique dans les soins. [en ligne]. <http://www.santementale.fr/boutique/acheter-article/back-to-the-patient-l-informatique-dans-les-soins.html>. Consulté le 23 octobre 2016.
100. Tichon J, Banks J. The Application of Virtual Reality to the Understanding and Treatment of Schizophrenia. [en ligne]. http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-45224-9_142. Consulté le 24 février 2016.
101. Ku J, Han K, Lee HR, Jang HJ, Kim KU, Park SH, et al. (2007). VR-based conversation training program for patients with schizophrenia: a preliminary clinical trial. *Cyberpsychology Behav*. 10:567-74.
102. Han DH, Renshaw PF, Sim ME, Kim JI, Arenella LS, Lyoo IK. (2008). The effect of internet video game play on clinical and extrapyramidal symptoms in patients with schizophrenia. *Schizophr Res*. 103:338-40.
103. Lallart É, Jouvent R. (2008). La réalité virtuelle dans la schizophrénie : un danger ou un outil thérapeutique ? *Inf Psychiatr*. 84:311-6.
104. Chan CLF, Ngai EKY, Leung PKH, Wong S. (2010). Effect of the adapted Virtual Reality cognitive training program among Chinese older adults with chronic schizophrenia: a pilot study. *Int J Geriatr Psychiatry*. 25:643-9.
105. Park K-M, Ku J, Choi S-H, Jang H-J, Park J-Y, Kim SI, et al. (2011). A virtual reality application in role-plays of social skills training for schizophrenia: a randomized, controlled trial. *Psychiatry Res*. 189:166-72.
106. Rus-Calafell M, Gutiérrez-Maldonado J, Ribas-Sabaté J. (2012). Improving social behaviour in schizophrenia patients using an integrated virtual reality programme: a case study. *Stud Health Technol Inform*. 181:283-6.
107. Spieker EA, Astur RS, West JT, Griego JA, Rowland LM. (2012). Spatial memory

- deficits in a virtual reality eight-arm radial maze in schizophrenia. *Schizophr Res.* 135:84-9.
108. La Paglia F, La Cascia C, Rizzo R, Sideli L, Francomano A, La Barbera D. (2013). Cognitive rehabilitation of schizophrenia through NeuroVr training. *Stud Health Technol Inform.* 191:158-62.
109. Rus-Calafell M, Gutiérrez-Maldonado J, Ribas-Sabaté J. (2013). Neurocognition, presence and acceptance of a VR programme for psychotic patients: a correlational study. *Stud Health Technol Inform.* 191:141-5.
110. Tsang MMY, Man DWK. (2013). A virtual reality-based vocational training system (VRVTS) for people with schizophrenia in vocational rehabilitation. *Schizophr Res.* 144:51-62.
111. Lindenmayer J-P, McGurk SR, Khan A, Kaushik S, Thanju A, Hoffman L, et al. (2013). Improving social cognition in schizophrenia: a pilot intervention combining computerized social cognition training with cognitive remediation. *Schizophr Bull.* 39:507-17.
112. Leff J, Williams G, Huckvale MA, Arbuthnot M, Leff AP. (2013). Computer-assisted therapy for medication-resistant auditory hallucinations: proof-of-concept study. *Br J Psychiatry.* 202:428-33.
113. Leff J, Williams G, Huckvale M, Arbuthnot M, Leff AP. (2014). Avatar therapy for persecutory auditory hallucinations: What is it and how does it work? *Psychosis.* 6:166-76.
114. Moritz S, Voigt M, Köther U, Leighton L, Kjahili B, Babur Z, et al. (2014). Can virtual reality reduce reality distortion? Impact of performance feedback on symptom change in schizophrenia patients. *J Behav Ther Exp Psychiatry.* 45:267-71.
115. Humm LB, Olsen D, Be M, Fleming M, Smith M. (2014). Simulated job interview improves skills for adults with serious mental illnesses. *Stud Health Technol Inform.* 199:50-4.
116. Peyroux E, Franck N. (2014). RC2S: A Cognitive Remediation Program to Improve Social Cognition in Schizophrenia and Related Disorders. *Front Hum Neurosci.* 8:400.
117. Rus-Calafell M, Gutiérrez-Maldonado J, Ribas-Sabaté J. (2014). A virtual reality-integrated program for improving social skills in patients with schizophrenia: a pilot study. *J Behav Ther Exp Psychiatry.* 45:81-9.
118. Välimäki M, Hätönen HM, Lahti ME, Kurki M, Hottinen A, Metsäranta K, et al. (2014). Virtual reality for treatment compliance for people with serious mental illness. *Cochrane Database Syst Rev.* CD009928
119. Aubin G, Béliveau M-F, Klinger E. (2015). An exploration of the ecological validity of the Virtual Action Planning-Supermarket (VAP-S) with people with schizophrenia. *Neuropsychol Rehabil.* 28:1-20.
120. Kimhy D, Vakhrusheva J, Bartels MN, Armstrong HF, Ballon JS, Khan S, et al. (2015). The Impact of Aerobic Exercise on Brain-Derived Neurotrophic Factor and Neurocognition in Individuals With Schizophrenia: A Single-Blind, Randomized Clinical Trial. *Schizophr Bull.* 41:859-68.
121. López-Martín O, Segura Fragoso A, Rodríguez Hernández M, Dimbwadyo Terrer I, Polonio-López B. (2015). [Effectiveness of a programme based on a virtual reality game for cognitive enhancement in schizophrenia]. *Gac Sanit.* 30:133-6.
122. Smith MJ, Fleming MF, Wright MA, Roberts AG, Humm LB, Olsen D, et al. (2015). Virtual reality job interview training and 6-month employment outcomes for individuals with schizophrenia seeking employment. *Schizophr Res.* 166:86-91.
123. Amado I, Brénugat-Herné L, Orriols E, Desombre C, Dos Santos M, Prost Z, et al. (2016). A Serious Game to Improve Cognitive Functions in Schizophrenia: A Pilot Study. *Front Psychiatry.* 7:64.

124. Suenderhauf C, Walter A, Lenz C, Lang UE, Borgwardt S. (2016). Counter striking psychosis: Commercial video games as potential treatment in schizophrenia? A systematic review of neuroimaging studies. *Neurosci Biobehav Rev.* 68:20-36.
125. World Health Organization/World Association for Psychosocial rehabilitation. (1996). Psychosocial rehabilitation : a consensus statement.
126. Haddock G, McCarron J, Tarrier N, Faragher EB. (1999). Scales to measure dimensions of hallucinations and delusions: the psychotic symptom rating scales (PSYRATS). *Psychol Med.* 29:879-89.
127. Chandwick P, Lees S, Birchwood M. (2000). The revised Beliefs About Voices Questionnaire (BAVQ-R). *Br J Psychiatry.* 177:229-32.
128. Addington D, Addington J, Maticka-Tyndale E. (1993). Assessing depression in schizophrenia: the Calgary Depression Scale. *Br J Psychiatry Suppl.* 22:39-44.
129. Freeman D, Garety PA, Bebbington PE, Smith B, Rollinson R, Fowler D, et al. (2005). Psychological investigation of the structure of paranoia in a non-clinical population. *Br J Psychiatry.* 186:427-35.
130. Schubert T, Friedmann F, Regenbrecht H. (2001). The Experience of Presence: Factor Analytic Insights. *Presence Teleoperators Virtual Environ.* 10:266-81.
131. Roder V, Mueller DR, Mueser KT, Brenner HD. (2006). Integrated psychological therapy (IPT) for schizophrenia: is it effective? *Schizophr Bull.* 32:81-93.
132. Smith PJ, Blumenthal JA, Hoffman BM, Cooper H, Strauman TA, Welsh-Bohmer K, et al. (2010). Aerobic exercise and neurocognitive performance: a meta-analytic review of randomized controlled trials. *Psychosom Med.* 72:239-52.
133. Nowak KL, Biocca F. (2003). The Effect of the Agency and Anthropomorphism of Users' Sense of Telepresence, Copresence, and Social Presence in Virtual Environments. *Presence Teleoper Virtual Env.* 12:481-94.
134. Sartory G, Zorn C, Groetzing G, Windgassen K. (2005). Computerized cognitive remediation improves verbal learning and processing speed in schizophrenia. *Schizophr Res.* 75:219-23.
135. Ruse SA, Davis VG, Atkins AS, Krishnan KRR, Fox KH, Harvey PD, et al. (2014). Development of a virtual reality assessment of everyday living skills. *J Vis Exp.* 86.
136. Fovet T. Le Serious Game Santé : un must pour former et sensibiliser ! [en ligne]. <http://www.seriousfactory.com/blog/seriousgame-sante-must-former-sensibiliser>. Consulté le 15 octobre 2016.
137. Fricker SJ, Kuperwaser MC, Stromberg AE, Goldman SG. (1981). Use of a video-game/stripe presentation for amblyopia therapy. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus.* 18:11-6.
138. Harry B. (1983). Obsessive video-game users. *JAMA.* 249:473.
139. Mori A, Iwadate M, Minakawa NT, Kawashima S. (2015). [Game addiction]. *Nihon Rinsho Jpn J Clin Med.* 73:1567-73.
140. Kato TA, Shinfuku N, Sartorius N, Kanba S. (2011). Are Japan's hikikomori and depression in young people spreading abroad? *The Lancet.* 378:1070.
141. Noah JA, Ono Y, Shimada S, Tachibana A, Bronner S. (2015). Changes in Sympathetic Tone During Cooperative Game Play. *Soc Behav Personal Int J.* 43:1123-34.
142. Kay SR, Fiszbein A, Opler LA. (1987). The positive and negative syndrome scale (PANSS) for schizophrenia. *Schizophr Bull.* 13:261-76.
143. Andreasen NC. (1984). The scale for the assessment of positive symptoms (SAPS). University of Iowa, Iowa City.
144. Addington D, Addington J, Schissel B. (1990). A depression rating scale for schizophrenics. *Schizophr Res.* 3:247-51.

145. Wunderink L, Nieboer RM, Wiersma D, Sytema S, Nienhuis FJ. (2013). Recovery in remitted first-episode psychosis at 7 years of follow-up of an early dose reduction/discontinuation or maintenance treatment strategy: long-term follow-up of a 2-year randomized clinical trial. *JAMA Psychiatry*. 70:913-20.
146. Demeuse M. (2000). Les échelles de mesure: Thurstone, Likert, Guttman et le modèle de Rasch. *Lièges: Service de Pédagogie expérimentale*.
147. Triclot M. (2013). Philosophie et jeux vidéo. *Hermès Rev.* 62:71-2.
148. Fovet T. (2014). Serious game et psychiatrie. Thèse de médecine. Université de Lille.
149. Bavelier D. Daphné Bavelier : Votre cerveau sous jeux vidéo. [en ligne]. https://www.ted.com/talks/daphne_bavelier_your_brain_on_video_games?language=fr. Consulté le 5 mai 2016.
150. Game Classification : La classification en ligne du jeu vidéo. [en ligne]. <http://www.gameclassification.com/FR/index.html>. Consulté le 23 octobre 2016.
151. Type de jeu vidéo. [en ligne]. https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Type_de_jeu_vid%C3%A9o&oldid=130377869. Consulté le 23 octobre 2016.

Résumé

Introduction : Depuis quelques années les jeux vidéo et la réalité virtuelle sont utilisés par des professionnels de santé comme médias d'informations, de formation ou même comme outils thérapeutiques. Le but de cette revue de la littérature est de faire un point sur l'utilisation de ces technologies à but thérapeutique auprès de patients souffrant de schizophrénie.

Méthode : Une recherche de toutes les études portant sur l'utilisation des JV dans la prise en charge des sujets souffrant de schizophrénie a été réalisée en octobre 2016. Les articles ont été recensés à partir des bases de données électroniques PubMed, PsycInfo et Scopus grâce à une équation de recherche incluant les *Medical Subject Headings* (MESH) suivants : « video games », « virtual reality » et « therapy, computer-assisted/methods », chacun associé à « schizophrenia »

Résultats : Vingt-cinq publications correspondant aux critères de recherche et dont le contenu avait un intérêt significatif ont été incluses. Les dispositifs étudiés pouvaient être classés en fonction de leurs objectifs thérapeutiques correspondant à des cibles de prise en charge de réhabilitation psychosociale :

- Amélioration de la symptomatologie résiduelle
- Remédiation cognitive
- Remédiation de la cognition et des habiletés sociales
- Amélioration de l'adhésion thérapeutique
- Accompagnement dans les activités de la vie quotidienne
- Aide à l'insertion professionnelle.

Discussion : Les dispositifs cités ne peuvent remplacer une prise en charge usuelle mais pourraient la compléter. Cependant leur recours semble prématuré du fait du caractère extrêmement récent de ces technologies et de la recherche s'y rattachant. Par ailleurs force est de constater le manque de lien existant entre ces travaux en psychiatrie et des champs de recherche autres en particulier les *game studies*. Enfin il pourrait être intéressant de s'attacher à analyser plus précisément l'impact neuropsychologique des jeux commerciaux existants, qui pourraient potentiellement trouver une utilité dans ces prises en charge.