



**Université Lille 2**  
**Droit et Santé**

**UNIVERSITE LILLE 2 DROIT ET SANTE**  
**FACULTE DE MEDECINE HENRI WAREMBOURG**

Année : 2014

THESE POUR LE DIPLOME D'ETAT  
DE DOCTEUR EN MEDECINE

**Serious game et psychiatrie**

Présentée et soutenue publiquement le 23 juin 2014 à 16h  
au Pôle Formation

**Par Thomas Fovet**

---

**JURY**

**Président :**

**Monsieur le Professeur Pierre THOMAS**

**Assesseurs :**

**Monsieur le Professeur Guillaume VAIVA**

**Monsieur le Docteur Renaud JARDRI**

**Directeur de Thèse :**

**Monsieur le Docteur Ali AMAD**

---

# **Avertissement**

**La Faculté n'entend donner aucune approbation aux opinions émises dans les thèses : celles-ci sont propres à leurs auteurs.**

## Table des matières

<b>Résumé</b>	<b>1</b>
<b>Introduction</b>	<b>2</b>
.I. Les jeux vidéo : un sujet complexe	3
.II. Serious game : définitions et aspects historiques	7
.III. Serious game et santé	10
.IV. Nouvelles technologies et psychiatrie	11
.V. A propos du jeu	13
.VI. Le serious game en psychiatrie	15
<b>Matériels et méthodes</b>	<b>16</b>
<b>Résultats</b>	<b>22</b>
.I. Serious game	23
A. Pédopsychiatrie	23
B. Troubles de l'humeur	24
C. Troubles du contrôle des impulsions	26
D. Troubles du spectre autistique	29
E. Troubles liés à l'alcool	30
F. Trouble Déficit de l'Attention Hyperactivité (TDAH)	31
.II. Serious gaming	34
A. Schizophrénie	34
B. Syndrome de Stress Post-Traumatique (SSPT)	35
C. Dyslexie	37
<b>Discussion</b>	<b>39</b>
.I. Principaux résultats	40
.II. Limites	42
.III. Proposition d'un modèle	44
A. Niveau de feedback 1 : l'interface du jeu	47
B. Niveau de feedback 2 : biofeedback et neurofeedback	47
C. Niveau de feedback 3 : le thérapeute	49
.IV. Perspectives	50
<b>Conclusion</b>	<b>55</b>
<b>Références bibliographiques</b>	<b>57</b>

## RÉSUMÉ

### **Contexte :**

Les *serious games* (SG) sont des applications informatiques visant à combiner des aspects sérieux avec des ressorts ludiques issus du jeu vidéo. Le développement récent des nouvelles technologies dans le domaine de la santé mentale permet d'envisager à ces nouveaux supports, une application dans la prise en charge des pathologies psychiatriques.

### **Méthode :**

Nous avons réalisé en mai 2014 une recherche des études explorant l'utilisation du SG dans la prise en charge des pathologies psychiatriques. Les publications ont été recensées à partir de la base de données électronique PubMed grâce à une équation de recherche associant les termes *Medical Subject Headings* (Mesh) suivant : "*video games*", "*mental disorders*", "*psychotherapy*".

### **Résultats :**

Sur 413 articles identifiés par l'équation de recherche, seules 15 références pertinentes ont été retenues d'après nos critères d'inclusion. Ces 15 études identifiées mettent en évidence un intérêt certain des SG et du *serious gaming* (l'utilisation de jeux vidéo existant avec des objectifs sérieux) pour la prise en charge des pathologies psychiatriques. Cependant, la plupart des données actuellement disponibles présentent un niveau de preuve assez faible et les études contrôlées randomisées sont rares.

### **Conclusion :**

Les perspectives d'utilisation du SG pour la prise en charge des pathologies psychiatriques sont prometteuses et pourront s'inscrire dans le cadre des approches dimensionnelles développées actuellement. De plus, afin de faciliter la mise en place des futurs travaux sur le sujet, nous proposons, dans un modèle généraliste de SG, l'identification de 3 niveaux de *feedback* au sein du dispositif : 1/ interface du jeu, 2/ *biofeedback*, 3/ *feedback* du thérapeute. Enfin, des recommandations pour les futurs projets de SG en psychiatrie sont proposées.

## INTRODUCTION

*« If it's in the game, it's in the game »*

EA Sports®

## .I. Les jeux vidéo : un sujet complexe

L'image des jeux vidéo au sein de notre société occidentale, notamment lorsqu'elle est véhiculée par les médias, est assez négative. Les aspects les plus fréquemment mis en avant sont, quasi-exclusivement, la violence (notamment pour les « *First Person Shooter* » comme « *Call of Duty* ») (1), la dépendance (2) ou l'échec scolaire (3) chez les joueurs. Le concept d'addiction aux jeux vidéo (4) a d'ailleurs fait son apparition récemment, même s'il reste discuté (5).

Cependant, cette vision nous semble simpliste et réductrice à la lecture de la littérature internationale disponible sur le sujet. En effet, bien que l'utilisation de certains jeux, dans des circonstances particulières, peut avoir des conséquences négatives sur l'attention ou sur l'empathie (6), ces résultats sont actuellement remis en question (7,8) et des travaux récents ont pu, au contraire, mettre en évidence un effet positif, par exemple, sur certaines fonctions cognitives ou sur les capacités visuo-spatiales (9–12). Il a aussi été montré que certains jeux vidéo peuvent avoir une influence sur le comportement social, en augmentant, par exemple, la fréquence des comportements pro-sociaux dans la vie réelle (13,14).

Ces données contradictoires doivent nous interroger sur la pertinence des approches actuelles. La plupart des travaux récents s'intéressant aux jeux vidéo visent à mettre en évidence un « effet jeux vidéo » au sens général, ceci en ne prenant pas en compte dans leur analyse de très nombreux facteurs comme le type de jeu, le temps de jeu, etc. Cette démarche nous apparaît extrêmement simplificatrice, et les études s'inscrivant dans un tel paradigme négligent de nombreux paramètres, aboutissant le plus souvent à des résultats caricaturaux (15).

Une telle démarche a également tendance à assimiler le contenant et le contenu. Il s'agit alors de resituer le jeu vidéo comme un média, c'est à dire un support, un outil de communication présentant ses caractéristiques propres, mais dont le contenu peut être extrêmement variable. Au cours de l'histoire, plusieurs médias ont ainsi été condamnés par l'opinion publique. Dans les années 1950, aux Etats-Unis, les comics furent accusés d'être à l'origine des comportements délinquants chez les jeunes par le psychiatre Fredric Wertham (16). Dans les années 1980, les jeux de rôle dont le célèbre *Donjons et Dragons* furent également largement critiqués suite à un certain nombre de faits divers relayés par les médias. Dépressions, épisodes délirants voire suicides chez l'adolescent leur étaient alors imputés, sans aucune preuve scientifique à l'appui (17). Il est donc important de considérer à la fois le type de média utilisé mais également son contenu narratif. Il faut garder à l'esprit que le contenu d'un ouvrage littéraire, aussi bien écrit soit-il, peut parfois s'avérer plus violent que celui d'une bande dessinée ou d'un film. De la même façon, il nous semble extrêmement difficile d'assimiler, par exemple, *Call of Duty*, un jeu de tir à la première personne se jouant sur console de salon et *Animal Crossing*, jeu de simulation de vie sur console portable.

Il ne s'agit pas ici de nier les spécificités inhérentes aux jeux vidéo : les progrès techniques permettent actuellement une immersion et un réalisme de plus en plus poussés qui, en synergie avec le fait que l'utilisateur soit "acteur", impliquent un vécu émotionnel souvent plus intense que les médias classiques. Cependant, cette spécificité constitue également le principal intérêt des jeux vidéo, offrant des perspectives innovantes dans de nombreux domaines.

Certains auteurs comme Douglas A. Gentile proposent de sortir d'une vision dichotomique et simpliste des jeux vidéo afin d'étudier leurs effets sur le cerveau et le comportement des individus (18). Gentile a décrit, au moins cinq dimensions à

prendre en compte : le contenu, le contexte, la structure et la mécanique des jeux, enfin, le temps passé à jouer (19). Cette approche enrichit largement la description de la rencontre entre un individu et ses spécificités et un jeu vidéo avec ses caractéristiques (20).

Soulignons également ici le rôle du pays et de la culture dans laquelle s'insère le média. La place du jeu vidéo au sein de la société peut y varier largement (21). Par exemple, au Japon, loin du cliché de l'adolescent jouant seul dans sa chambre, les salles d'arcade constituent des lieux de rencontre et de socialisation. Les joueurs viennent y partager leur passion sous les yeux de spectateurs parfois nombreux et les performances réalisées sont largement mises en valeur au sein de la société japonaise. En Corée du Sud, le jeu vidéo en réseau pratiqué dans les *PC Bangs* (cybercafés locaux) constitue quasiment un sport national avec une professionnalisation du statut de certains joueurs.

Toutefois, de manière générale, le jeu vidéo tend à prendre une place de plus en plus importante au sein des sociétés, aboutissant à ce que certains auteurs ont pu appeler une "*gamification*" de l'environnement (*i.e.* intégration de mécanismes ludiques dans différents domaines) (22). Le contexte social avec l'avènement de la génération des *digital natives* (23), (c'est à dire les enfants nés après la diffusion massive des nouvelles technologies (informatique, téléphonie, etc.) et ayant de ce fait acquis une maîtrise intuitive de ce type de support), mais aussi les progrès techniques rapides concourent largement à ce phénomène.

Les avancées technologiques ont permis une diffusion large des jeux vidéo auprès du public. On peut considérer que trois grandes étapes ont bouleversé l'utilisation des jeux vidéo depuis leur avènement (si l'on considère *Pong* créé en 1972 comme le premier jeu vidéo).

1/ Tout d'abord, l'apparition des jeux en réseau qui a largement modifié les modes de jeu.

2/ Ensuite, le passage d'un *gameplay* (*i.e.* jouabilité) reposant sur une grammaire gestuelle spécifique nécessitant un apprentissage (sur les consoles avec manettes) à un *gameplay* basé sur une grammaire très simple grâce aux systèmes comme la Wii<sup>®</sup> de Nintendo<sup>®</sup>, la Kinect<sup>®</sup> de Microsoft<sup>®</sup> ou Playstation Move<sup>®</sup> de Sony<sup>®</sup>. Ces nouveaux *gameplays*, basés sur des systèmes de capteurs de mouvement et caméras ont permis l'accès au jeu vidéo à un large public, rassemblant plusieurs générations devant les consoles de jeu.

3/ Enfin, la généralisation des tablettes, supports mobiles également d'utilisation très intuitive, constitue la troisième étape marquante de la courte histoire des jeux vidéo.

Cette large diffusion a abouti à la naissance d'une culture commune pour les utilisateurs : la culture "*geek*", largement réhabilitée, voire même valorisée ces dernières années.

Les jeux vidéo demeurent donc un sujet complexe et les nouvelles approches intégrant de multiples facteurs et tenant compte de la présence de plus en plus marquée de ce type de média au sein des sociétés modernes, permettent de mettre en lumière des avantages potentiels à leur utilisation, ouvrant la voie à des innovations prometteuses.

## **.II. Serious game : définitions et aspects historiques**

C'est dans ce contexte que se sont développées des approches innovantes issues de l'avènement d'une nouvelle vision des jeux vidéo. Le concept de "jeu sérieux" ou "*serious game*" (SG) a ainsi pu voir le jour.

Selon Julian Alvarez, un SG est défini comme "une application informatique, dont l'intention initiale est de combiner, avec cohérence, à la fois des aspects sérieux (*Serious*) tels, de manière non exhaustive et non exclusive, l'enseignement, l'apprentissage, la communication, ou encore l'information, avec des ressorts ludiques issus du jeu vidéo (*Game*)" (24). Les champs d'application de ces nouveaux outils sont divers et les SG se sont développés dans de nombreux domaines au cours des dernières années : pédagogie, publicité, formation professionnelle, politique ou formation militaire (25).

Dans son ouvrage Les Serious Games, une Révolution, Yasmine Kasbi réalise un état de l'art très complet des différents types de SG (25). Bien que les premières utilisations de logiciels assimilées à du SG datent des années 1950 (avec l'utilisation de jeux de stratégie par l'Armée américaine pour la formation militaire), le premier jeu considéré comme un véritable SG est né en 1971. Il s'agissait d'un jeu développé pour l'enseignement de l'histoire : *Oregon Trail*.

Cependant, les origines du terme SG remontent bien au delà puisqu'au XV<sup>ème</sup> siècle, l'expression *Serio Ludere* ("jouer sérieusement") était utilisé par les humanistes italiens, pour décrire des fictions divertissantes traitant de problèmes de société de façon légère ou avec humour. Depuis quelques années, le développement des SG est extrêmement important. Aujourd'hui on en retrouve dans de très

nombreux domaines : *advergames* (jeux utilisés dans le domaine de la publicité), *exergames* (jeux proposant un entraînement physique ou cognitif), *newsgames* (jeu visant à informer), *political games* (jeu avec une tendance politique), *social games* (jeux disponibles sur les réseaux sociaux), *business games* (jeu de simulation de gestion), *edugames* (jeux à visée éducative), *healthcare games* (jeux dans le domaine de la santé), etc. Il est d'ailleurs difficile d'établir une classification rigoureuse de tous ces SG tant leur développement est exponentiel (25).

La pédagogie est, à l'heure actuelle, un domaine où les perspectives d'utilisation sont importantes (26). L'organisation actuelle du système pédagogique a tendance à écarter le jeu des enseignements. Ainsi, l'entrée à l'école primaire est souvent considérée comme le passage de l'école maternelle où le jeu est omniprésent au CP où les activités ludiques sont proscrites car "on entre chez les grands", ce que déplorent un certain nombre de chercheurs en pédagogie qui prônent le développement de l'utilisation des supports ludiques pour l'enseignement quelque soit l'âge des enfants. Selon eux, le fait d'expérimenter activement ("*Learning by doing*") au lieu de recevoir un savoir de façon passive (approche dite transmissive) permettrait en effet d'améliorer sensiblement les apprentissages (27).

C'est dans le sillon de ces théories que se sont développés les SG dans le domaine de la pédagogie. Ce type de logiciel offre un certain nombre de possibilités comme par exemple adapter le contenu de l'enseignement à chaque élève et ainsi moduler les apprentissages selon les difficultés rencontrées. En outre, contrairement aux stratégies classiques d'enseignement, en groupe, ces nouvelles stratégies permettent à l'élève de rester actif grâce, notamment, à des systèmes de *feedback* en continu renforçant sa motivation. Ainsi, les SG pourraient constituer un outil complémentaire très intéressant pour les enseignants (28).

A ce moment, il paraît important de définir le terme "*serious gaming*". La principale différence entre "*serious game*" et "*serious gaming*" est l'intention initiale du créateur du jeu. Pour le SG, l'objectif "sérieux" figure au premier plan, dès la conception. Le "*serious gaming*", quant à lui, consiste en l'utilisation d'un jeu développé à visée ludique, dans un contexte "sérieux" comme l'emploi d'un jeu connu en pédagogie. C'est ce que propose Idriss Aberkane avec l'utilisation détournée du jeu *Starcraft* dans l'enseignement des mathématiques (29).

### **.III. Serious game et santé**

Les premières applications médicales des SG se basaient essentiellement sur les effets bénéfiques de ces logiciels dans l'apprentissage. Ils concernaient donc majoritairement l'éducation thérapeutique. Les pathologies concernées étaient principalement des maladies chroniques pour lesquelles l'éducation thérapeutique constitue un pilier de la prise en charge mais s'avère souvent problématique en particulier chez les sujets jeunes (e.g. asthme, obésité, diabète, cancer, etc.). Plusieurs résultats, extrêmement prometteurs ont pu émerger de ces travaux, notamment chez les jeunes adultes, qui semblent sensibles à ce type d'approche (30–32). Cependant, les perspectives dans d'autres domaines de la santé sont nombreuses (33).

C'est ainsi que d'autres applications se sont, par exemple, développées en médecine physique et en réhabilitation (34) chez des patients souffrant de maladies neurologiques comme la démence (35), la maladie de Parkinson ou en rééducation après un accident vasculaire cérébral. Ces dispositifs se basent, pour la plupart, sur des méthodes utilisant des systèmes de reconnaissance de mouvement ou de caméra et permettent, grâce à des interfaces ludiques de renforcer la motivation des patients au cours des programmes de réhabilitation cognitive ou physique.

Enfin, les SG ont récemment montré leur intérêt dans la formation des professionnels de santé, notamment en chirurgie (36–39) mais également dans d'autres spécialités médicales comme la psychiatrie (40–42).

## **.IV. Nouvelles technologies et psychiatrie**

Les nouvelles technologies, dont l'essor bouleverse actuellement nos modes de vie, trouvent progressivement leur place en psychiatrie. Ces dernières années, les progrès en informatique ou en robotique par exemple, permettent de développer des approches thérapeutiques innovantes dans la prise en charge de certaines pathologies mentales (43). Les exemples sont nombreux.

L'exposition en réalité virtuelle a pu être testée dans bon nombre de pathologies psychiatriques, notamment les troubles anxieux comme la phobie spécifique, la phobie sociale (44) ou le syndrome de stress post-traumatique (45,46) avec des résultats très encourageants (47–49). En outre, cette technique pourrait avoir un intérêt dans d'autres pathologies comme l'autisme (50) ou la schizophrénie (51). Dans un registre assez proche, très récemment, les avatars virtuels ont été appréhendés comme supports pour la psychothérapie des patients souffrant d'hallucinations auditives (52).

Les techniques fondées sur le *neurofeedback* par EEG ou par IRMf, au cours desquelles les participants apprennent à développer un contrôle sur l'activité neuronale d'une région cérébrale donnée, connaissent également un essor considérable (53–55). Par exemple, l'*EEG-neurofeedback* pourrait avoir un avantage potentiel dans le traitement du Trouble Déficit de l'Attention avec Hyperactivité (56,57).

On peut aussi citer les approches de *e-santé* (*i.e.* utilisations des nouvelles technologies de la communication et de l'information, Internet notamment, dans le domaine de la santé), dont plusieurs sont actuellement en développement et pour lesquelles des applications potentielles devraient être évaluées (58,59) : suivi au long

cours de patients souffrant de maladie psychiatrique chronique, premier contact médical pour les sujets souffrant de maladies psychiatriques n'ayant pas d'accès aux soins ou ne souhaitant pas consulter dans les structures de soin (par crainte d'une stigmatisation par exemple) (60).

Même si, pour la plupart, ces nouvelles stratégies restent du domaine de la recherche, certaines d'entre elles commencent à être intégrées dans la pratique clinique psychiatrique quotidienne et deviennent accessibles à un nombre conséquent de patients comme par exemple la stimulation magnétique transcrânienne répétée (rTMS) dans ses deux grandes indications que sont les hallucinations auditives (61) et l'épisode dépressif majeur (62).

Le champ d'application de ces nouvelles technologies dans la recherche de stratégies thérapeutiques innovantes pour les pathologies psychiatriques est donc vaste. Dans ce contexte, les progrès techniques récents réalisés dans le domaine du jeu vidéo et les premières applications du SG dans le domaine de la santé portent à croire que les perspectives thérapeutiques offertes par ces nouveaux médias en psychiatrie demeurent prometteuses. De surcroît, la dimension thérapeutique des supports ludiques et du jeu de manière générale ainsi que la place de celui-ci dans le développement de l'individu constituent un argument supplémentaire important pour étayer cette assertion.

## **.V. A propos du jeu**

Le terme "*serious game*" est souvent considéré comme un oxymore. En effet, le jeu a souvent été opposé aux activités dites "sérieuses". Pourtant, des travaux menés dans le domaine de l'éthologie nous interrogent sur le caractère paradoxal de cette expression. En effet, l'activité ludique, coûteuse en énergie, semble concourir largement au développement physique et comportemental de l'animal au sein de plusieurs espèces (mammifères en particulier). Ainsi, certaines séquences motrices présentes au cours des jeux locomoteurs peuvent se retrouver dans le répertoire d'activités dites « sérieuses » comme la chasse ou la fuite selon l'espèce. Les travaux de nombreux éthologues ont permis de mieux appréhender la fonction du jeu chez l'animal en s'intéressant aux trois grands types de jeu décrits : le jeu locomoteur, le jeu centré sur les cognitions et le jeu social. Les activités ludiques permettraient à l'animal de développer des compétences propres au répertoire de son espèce, ceci dans plusieurs domaines, en expérimentant des situations nouvelles dans des conditions indemnes de toute menace (63,64). L'éclairage de l'éthologie nous permet donc d'appréhender, sous un angle original, l'intérêt des activités ludiques au sein de nombreuses espèces.

Chez l'enfant, nombreux sont les auteurs à avoir insisté sur le rôle du jeu dans le développement psychomoteur, cognitif et émotionnel. Certains auteurs ont aussi développé des théories sur le jeu en psychothérapie, mettant en évidence l'apport potentiel des supports ludiques dans la prise en charge de certaines pathologies psychiatriques. Donald Winnicott et de Mélanie Klein sont les premiers à avoir théorisé ces aspects du jeu.

Mélanie Klein considère le jeu comme moyen d'accès aux représentations internes de l'enfant. Le jeu occupe donc une place centrale dans l'analyse (pour elle, le jeu a un rôle identique à la libre association ou le rêve dans l'analyse chez un adulte) (65). L'œuvre de Winnicott s'inscrit dans la continuité de celle de Mélanie Klein, mais l'enrichit de plusieurs éléments. Pour Winnicott, le jeu, spontané et universel, constitue un espace transitionnel (*i.e.* intermédiaire entre réel et imaginaire, entre le dedans et le dehors) essentiel au développement psychique de l'individu, notamment à la construction de son "sentiment continu d'exister" (66). Il différencie également le *game*, jeu organisé socialement, avec des règles, et le *play*, jeu libre, sans règle.

Dans la continuité de ces travaux, certains psychanalystes comme Michel Stora ont développé des approches intégrant le jeu vidéo dans leur prise en charge, prémices à l'utilisation de véritables SG en psychiatrie (67).

## **.VI. Le serious game en psychiatrie**

Étant donné l'attention croissante des psychiatres pour les nouvelles technologies mais aussi l'intérêt des supports ludiques dans la prise en charge de certaines pathologies psychiatriques et les résultats prometteurs des études pilotes évaluant l'intérêt des SG dans certaines pathologies somatiques chroniques, de nombreux projets de SG ont vu le jour ces dernières années dans le domaine de la santé mentale. Cependant, malgré des résultats encourageants, les études évaluant l'efficacité de ces outils thérapeutiques ne sont pas nombreuses et la méthodologie de ces travaux apparaît très hétérogène. Dans ce contexte, la réalisation d'un travail de revue de la littérature internationale s'avère primordial, ce qui fera l'objet de cette thèse. Nous tenterons, à la lumière des travaux disponibles, de déterminer dans quelles mesures les SG et le *serious gaming* pourraient avoir des applications potentielles dans la prise en charge des maladies psychiatriques. Aucune revue systématique de la littérature n'est en effet actuellement disponible sur le sujet.

Ici, l'objectif est donc d'évaluer l'intérêt de l'utilisation du SG et du *serious gaming* dans la population des patients souffrant de pathologies psychiatriques.

## **MATÉRIELS ET MÉTHODES**

*« Hello my friend, stay awhile and listen »*

Diablo<sup>®</sup>

Nous avons réalisé le 24 mai 2014 une recherche des études explorant l'utilisation du SG dans la prise en charge des pathologies psychiatriques. Les publications ont été recensées à partir de la base de données électronique PubMed grâce à une équation de recherche associant les termes *Medical Subject Headings* (*Mesh*) suivant : "video games", "mental disorders", "psychotherapy". Nous avons aussi examiné les références citées dans les articles sélectionnés afin d'identifier toute étude supplémentaire pertinente. Les critères d'inclusion des articles étaient :

- publication en anglais dans un journal avec comité de lecture,
- population cible : sujets présentant une pathologie psychiatrique, quelle qu'elle soit,
- intervention évaluée : utilisation du jeu vidéo à visée thérapeutique, soit dans une utilisation type *serious game* soit dans une utilisation type *serious gaming*.

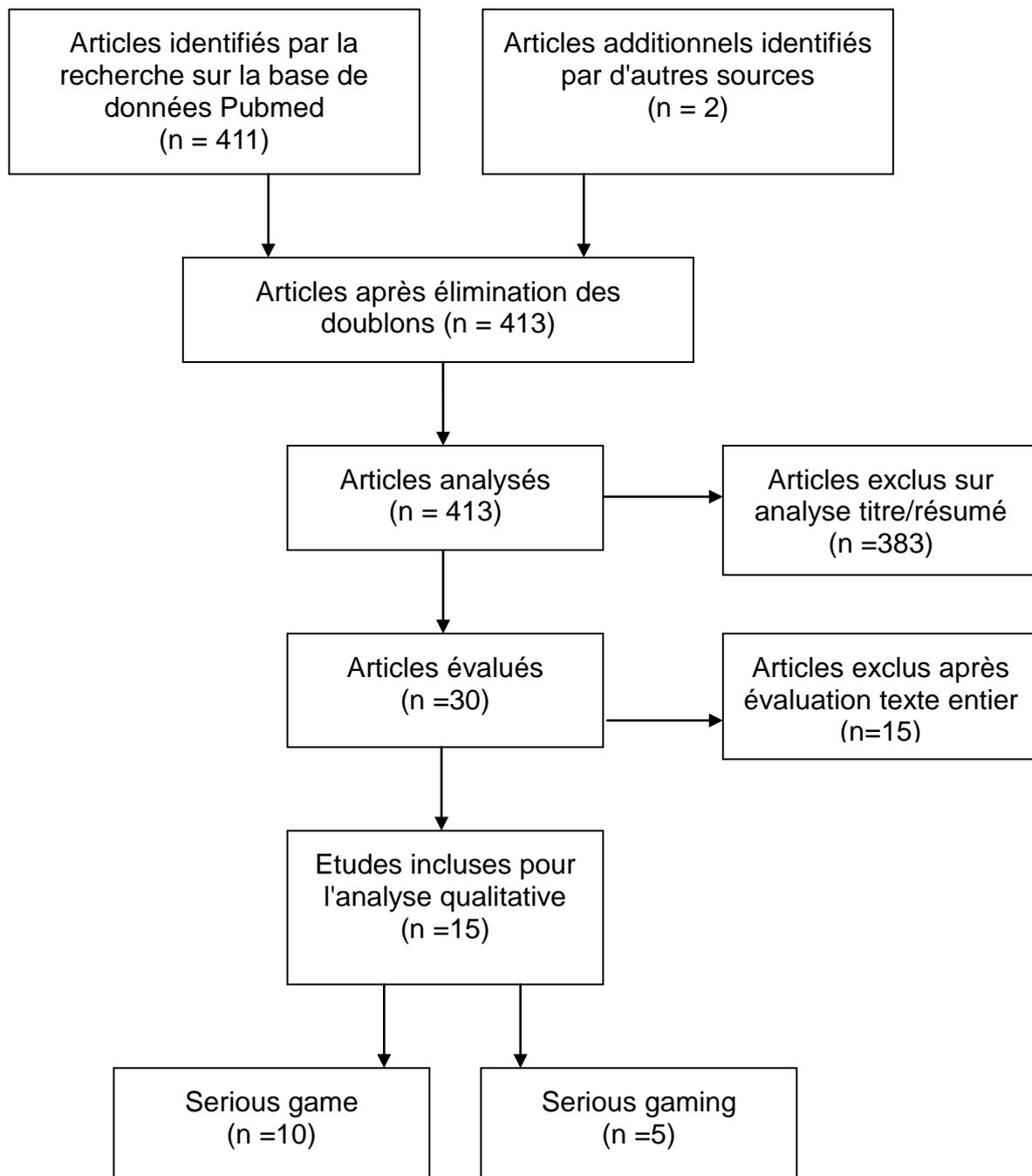
Nous avons évalué la pertinence des articles identifiés à partir de la recherche grâce à une analyse de leur titre et résumé. N'étaient pas retenus :

- les articles non rédigés en anglais,
- les articles évaluant l'utilisation des jeux vidéo dans des pathologies non psychiatriques,
- les articles évaluant l'utilisation de méthodes issues des nouvelles technologies (réalité virtuelle, *biofeedback*) mais sans interface de jeu,
- les articles évaluant l'impact de l'utilisation des jeux vidéo en population générale,
- les articles d'opinion, lettres à l'éditeur.

Les articles ainsi retenus ont fait l'objet d'une évaluation approfondie (évaluation du texte entier). Les mêmes critères d'inclusion et d'exclusion ont été utilisés. Les articles pertinents ont été classés en deux catégories : *serious game* ou *serious gaming*. Etant donné le faible nombre d'études disponibles sur le sujet (regroupées dans le **tableau 1**), nous avons retenu les études présentant des résultats quantitatifs mais également celles présentant des résultats uniquement qualitatifs.

La stratégie de recherche est présentée dans la **figure 1**, selon les recommandations PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) (68).

Compte tenu de l'hétérogénéité des critères principaux des études, nous avons réalisé une analyse qualitative des publications retenues.



**Figure 1** : organigramme du processus de recherche et de sélection des études utilisé

Titre de l'étude	Auteurs	Date
<b>Serious game</b>		
Treasure Hunt - a serious game to support psychotherapeutic treatment of children.	Brezinka V	2008
Test and product review: Freer, P. (2003). Play Attention interactive learning tool. Asheville, NC: Unique Logic and Technology Inc.	Walker JM, Bardos AN	2008
An evaluation of a solution focused computer game in adolescent interventions.	Coyle D, Doherty G, Sharry J	2009
Effectiveness of a brain-computer interface based programme for the treatment of ADHD: a pilot study.	Lim CG, Lee TS, Guan C, Sheng Fung DS, Cheung YB, Teng SS, Zhang H, Krishnan KR	2010
Using computerized games to teach face recognition skills to children with autism spectrum disorder: the Let's Face It! program.	Tanaka JW, Wolf JM, Klaiman C, Koenig K, Cockburn J, Herlihy L, Brown C, Stahl S, Kaiser MD, Schultz RT	2010
Video games as a complementary therapy tool in mental disorders: PlayMancer, a European multicentre study.	Fernandez-Aranda F, Jimenez-Murcia S, Santamara JJ, Gunnard K, Soto A, Kalapanidas E, Bults RG, Davarakis C, Ganchev T, Granero R, Konstantas D, Kostoulas TP, Lam T, Lucas M, Masuet-Aumatell C, Moussa MH, Nielsen J, Penelo E	2012
The effectiveness of SPARX, a computerised self help intervention for adolescents seeking help for depression: randomised controlled non-inferiority trial.	Merry SN, Stasiak K, Shepherd M, Frampton C, Fleming T, Lucassen MF.	2012
Assisting autistic children with wireless EOG technology.	Rapela J, Lin TY, Westerfield M, Jung TP, Townsend J	2012
Computer simulation games as an adjunct for treatment in male veterans with alcohol use disorder.	Verduin ML, LaRowe SD, Myrick H, Cannon-Bowers J, Bowers C	2013
Video game therapy for emotional regulation and impulsivity control in a series of treated cases with bulimia nervosa.	Fagundo AB, Santamaría JJ, Forcano L, Giner-Bartolomé C, Jiménez-Murcia S, Sánchez I, Granero R, Ben-Moussa M, Magnenat-Thalmann N, Konstantas D, Lam T, Lucas M, Nielsen J, Bults RG, Tarrega S, Menchón JM, de la Torre R, Cardi V, Treasure J, Fernández-Aranda F.	2013

**Serious gaming**

Exploring the use of computer games and virtual reality in exposure therapy for fear of driving following a motor vehicle accident.	Walshe DG, Lewis EJ, Kim SI, O'Sullivan K, Wiederhold BK	2003
The effect of internet video game play on clinical and extrapyramidal symptoms in patients with schizophrenia.	Han DH, Renshaw PF, Sim ME, Kim JI, Arenella LS, Lyoo IK.	2008
Can playing the computer game 'Tetris' reduce the build-up of flashbacks for trauma? A proposal from cognitive science.	Holmes EA, James EL, Coode-Bate T, Deeproze C.	2009
Key steps in developing a cognitive vaccine against traumatic flashbacks: visuospatial Tetris versus verbal Pub Quiz.	Holmes EA, James EL, Kilford EJ, Deeproze C.	2010
Action video games make dyslexic children read better.	Franceschini S, Gori S, Ruffino M, Viola S, Molteni M, Facoetti A	2013

**Tableau 1** : Études identifiées concernant l'utilisation des SG et du *serious gaming* en psychiatrie

## RÉSULTATS

*« It's Dangerous to Go Alone! Take This »*

The Legend of Zelda<sup>®</sup>

## .I. Serious game

Dans cette partie sont présentées les études évaluant l'utilisation du SG dans la prise en charge d'une pathologie psychiatrique (voir **tableau 3**). Nous analyserons ces études selon la pathologie ciblée.

### A. Pédopsychiatrie

Les premiers SG développés en psychiatrie ont ciblé une population jeune. Ainsi, Veronika Brezinka propose le SG *Treasure Hunt* avec pour objectif d'intégrer des concepts de psychothérapie au sein d'un jeu vidéo (69). L'objectif est de permettre à l'enfant, grâce à ce média de poursuivre la session de psychothérapie à son domicile, mais également de construire les séances de psychothérapie autour du SG à partir de grands principes de thérapie cognitivo-comportementale (TCC). Ce jeu, développé au sein du Département de Psychiatrie de l'Enfant et de l'Adolescent de l'Université de Zurich, est destiné aux sujets âgés de 8 à 20 ans qui présentent une pathologie pour laquelle une TCC est indiquée. Il entraîne le sujet dans une quête au trésor en 6 niveaux correspondant aux étapes de la TCC. Bien que Brezinka ne présente pas de résultats quantitatifs des tests sur ce SG, elle souligne que son utilisation dans le cadre de la prise en charge de plusieurs pathologies (troubles anxieux, dépression, troubles du comportement) au cours des séances d'entretien était très appréciée par les jeunes patients. Les retours des praticiens ont également été très positifs, le SG permettant aux jeunes thérapeutes de mieux structurer la TCC et facilitant l'approche de concepts de TCC avec les enfants.

Dans le même contexte, Coyle et collaborateurs ont proposé *Personal Investigator*, SG en 3D conçu pour les adolescents et utilisant un modèle de

psychothérapie orientée solutions (70). L'objectif de ce projet était de proposer aux adolescents une alternative aux entretiens classiques. Le thérapeute et l'adolescent utilisent le SG au cours de l'entretien. Les résultats montrent que les bénéfices sont importants, notamment sur la relation thérapeutique mais également sur la motivation des adolescents et leur implication dans le projet thérapeutique.

## **B. Troubles de l'humeur**

Le travail de Merry et collaborateurs est sans doute l'une des études les plus rigoureuses au niveau méthodologique, disponible sur le sujet (71). Cet essai multicentrique (24 sites néo-zélandais) randomisé contrôlé de non infériorité évalue l'efficacité du jeu *SPARX* (*Smart, Positive, Active, Realistic, X-factor thoughts*) dans la prise en charge de l'épisode dépressif majeur d'intensité légère à modérée, chez l'adolescent. Incluant 187 adolescents âgés de 12 à 19 ans présentant une symptomatologie dépressive, sans risque suicidaire, répartis en 2 groupes, ce travail visait à comparer l'efficacité de l'utilisation d'un jeu vidéo basé sur un programme de Thérapie Cognitive et Comportementale (TCC) à l'efficacité du traitement habituel (entretiens individuels). Le programme SPARX se déroule sur une période de 4 à 7 semaines et comprend 7 modules (voir **tableau 2**) de TCC correspondant aux 7 niveaux du jeu vidéo en 1ère personne dans un univers fantastique en 3D. Au sein du jeu, le joueur dirige un avatar et progresse dans une lutte contre les "sombres pensées automatiques négatives". Pour cela, il est dirigé par un "guide" qui évalue l'humeur du joueur, donne des conseils d'éducation thérapeutiques et définit des objectifs thérapeutiques à mettre en place dans la réalité.

Pour les adolescents bénéficiant du traitement par SPARX, le seul contact avec un clinicien était le recrutement et un appel téléphonique un mois après le début du

traitement. Si l'humeur du sujet ne s'améliorait pas, celui-ci était encouragé à reconsulter. Le critère principal était l'évaluation des symptômes dépressifs grâce à une échelle validée (*Children's depression rating scale-revised*). Après l'intervention, l'analyse per protocole montrait une diminution moyenne du score à l'échelle *Children's depression rating scale-revised* de 10,32 pour le groupe SPARX et de 7,59 pour l'intervention classique ( $p=0,079$ ). Le taux de rémission (score *Children's depression rating scale-revised* inférieur à 30) était également plus important pour le groupe SPARX ( $n=31$ , 43,7%) que dans le groupe traitement habituel ( $n=19$ , 26,4%) ( $p=0,030$ ) pour un taux de réponse au traitement (baisse de 30% du score à l'échelle de dépression) qui ne différençait pas significativement entre les 2 groupes. Ces effets étaient maintenus 3 mois après la fin de l'intervention. La conclusion de cette étude est donc que l'utilisation de SPARX dans la prise en charge de l'épisode dépressif majeur de l'adolescent est au moins aussi efficace que le traitement TCC habituel.

<b>Niveau 1</b>	Psychoéducation sur la dépression et la TCC Introduction sur les « sombres pensées automatiques négatives » Introduction sur le concept "espoir" et la rémission dans l'épisode dépressif majeur Relaxation : contrôle de la respiration
<b>Niveau 2</b>	Planification des activités Relaxation : relaxation musculaire Habilités sociales
<b>Niveau 3</b>	Gestion des émotions Habilités sociales
<b>Niveau 4</b>	Résolution de problèmes
<b>Niveau 5</b>	Identifier les distorsions cognitives
<b>Niveau 6</b>	Pensées alternatives
<b>Niveau 7</b>	Récapitulatif des habiletés des niveaux précédents Thérapie d'acceptation et de pleine conscience ("Mindfulness")

**Tableau 2** : les 7 modules de SPARX. Tiré de (71).

Un questionnaire a également été réalisé dans le cadre de cette étude. Le taux d'adhésion était plutôt bon (86% des sujets ont réalisé au moins 4 niveaux, 60% les 7 niveaux, 62% des patients ayant réalisé les 7 niveaux ont pratiqué les exercices en vie réelle recommandés dans le jeu). Le taux de satisfaction des participants était évalué à 95%.



**Image 1** : capture d'écran *Sparx*. Tiré de (71).

### **C. Troubles du contrôle des impulsions**

Le projet de recherche européen *Playmancer* a été développé pour la prise en charge des troubles du contrôle des impulsions (72). L'objectif est la remédiation des processus comportementaux et émotionnels des patients grâce à l'utilisation de modes d'interaction innovants : reconnaissance émotionnelle à partir du discours, de réactions physiologiques, d'expressions faciales. Ces composantes, intégrées au sein d'une trame narrative (intitulée *Islands*) et proposées au patient sous forme de

mini-jeux, lui permettent d'acquérir de nouvelles stratégies d'adaptation face aux situations de stress : relaxation, stratégies de contrôle de soi et de régulation émotionnelle. Dans ce projet, sont utilisées des techniques de *biofeedback* : réponse électrodermale, saturation en oxygène, fréquence cardiaque (variations de la fréquence cardiaque), température cutanée, fréquence respiratoire ainsi que des algorithmes de reconnaissance émotionnelle (décrits précisément dans (73)). Les données recueillies modifient certains aspects du jeu et sa difficulté. Par exemple, lorsque des réactions physiologiques évoquant colère ou frustration sont détectées, l'avatar du joueur est dirigé vers une aire de détente, au sein de laquelle le joueur peut se calmer. Le jeu est proposé au patient sous la supervision d'un thérapeute, au cours de séances de 20 minutes. L'étude proposée, pour laquelle les résultats ne sont pas encore disponibles, vise à évaluer l'efficacité de séances hebdomadaires pendant 12 à 14 semaines chez des patients présentant plusieurs types de pathologies : boulimie, syndrome d'hyperphagie incontrôlée, jeu pathologique chez des patients âgés de 18 à 45 ans. Les pré-tests réalisés chez 24 patients et 14 sujets sains montrent que la jouabilité de ce SG est tout à fait satisfaisante.

Des résultats préliminaires sont d'ores et déjà disponibles chez les patients souffrant de boulimie (74). Fagundo et collaborateurs ont en effet pu montrer que l'utilisation de *Playmancer/Islands* en plus de la thérapie cognitivo-comportementale permettait d'améliorer la régulation émotionnelle (évaluée par des échelles cliniques et des variables physiologiques) chez 9 patientes.



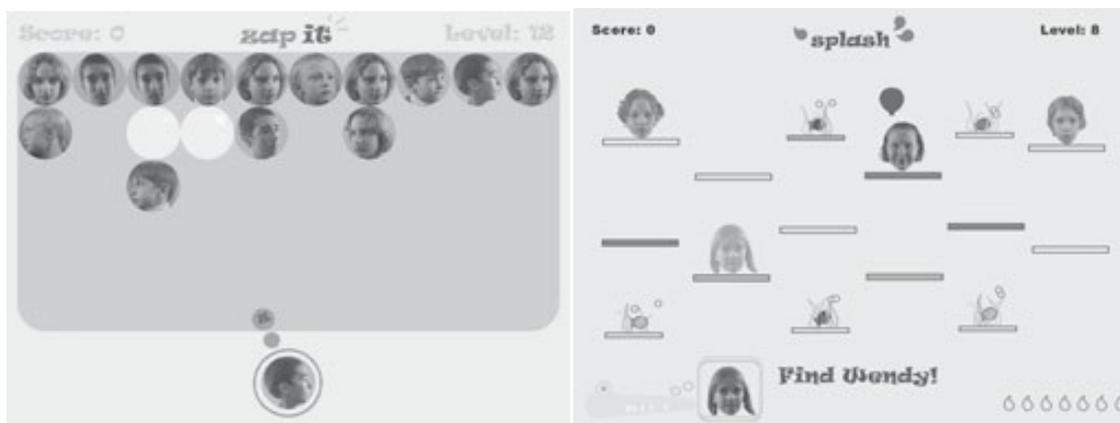
**Image 2** : capture d'écran *Islands*. Tiré de (72).



**Image 3** : dispositif utilisé pour *Playmancer*. Tiré de (74).

## D. Troubles du spectre autistique

Le programme *Let's Face It!* vise à améliorer les compétences des enfants souffrant d'autisme dans la reconnaissance de l'identité faciale. Son efficacité a été montrée dans un essai contrôlé dans lequel 42 enfants souffrant d'autisme ont bénéficié de 20 heures d'entraînement avec le programme (75). Celui-ci inclut 7 jeux interactifs visant à améliorer les performances des sujets souffrant d'autisme dans plusieurs domaines concernant la reconnaissance des visages : la reconnaissance d'identité dans les images avec changements d'expression ou de points de vue, les stratégies de traitement analytique ou holistique des visages, l'attention portée à l'information dans la région des yeux.



**Image 4** : capture d'écran *Let's Face It!*. Tiré de (75)

Rapela et collaborateurs proposent une stratégie alternative afin d'améliorer les compétences sociales dans les troubles du spectre autistique (76). Dans leur travail, les auteurs présentent une interface de jeu basée sur l'électro-oculographie (EOG) afin d'améliorer la vitesse et la précision de l'orientation de l'attention et des mouvements oculaires. Pour permettre une utilisation quotidienne du système, celui-ci est conçu de manière à pouvoir être utilisé par le patient à son domicile

(technologie avec système EOG sec et sans fil facilement transportable et faible coût). Cependant, ce système n'a pas encore été rigoureusement évalué chez les patients.

## E. Troubles liés à l'alcool

*Guardian Angel* est un SG qui a pu être testé par Verduin et collaborateurs dans la prise en charge des troubles liés à l'utilisation d'alcool (77). A partir de techniques de restructuration cognitive, ce SG a été développé afin de permettre au patient d'améliorer ses compétences dans la reconnaissance des situations à risque de rechute mais également de développer des stratégies de *coping* (i.e. des stratégies d'adaptation cognitives et comportementales au stress) efficaces face à ce type de situations (refuser les propositions d'alcool, mieux gérer le *craving* (défini comme une envie extrême de consommer et de ressentir les effets d'un produit psychoactif), etc.). Le grand intérêt du travail de Verduin et collaborateurs réside en la présence d'un groupe contrôle qui a bénéficié de stratégies d'éducation basées sur la présentation d'un diaporama. Dans le groupe de patients ayant bénéficié de 8 sessions du SG (sur 12 semaines), l'amélioration du score *Obsessive Compulsive Drinking Scale* (OCDS), une échelle d'évaluation de plusieurs dimensions du *craving*, était plus importante que dans le groupe contrôle. On notait également une augmentation plus rapide du sentiment d'auto-efficacité dans ce groupe. Cependant, malgré ces résultats encourageants, les taux de rechute ne différaient pas entre les 2 groupes.

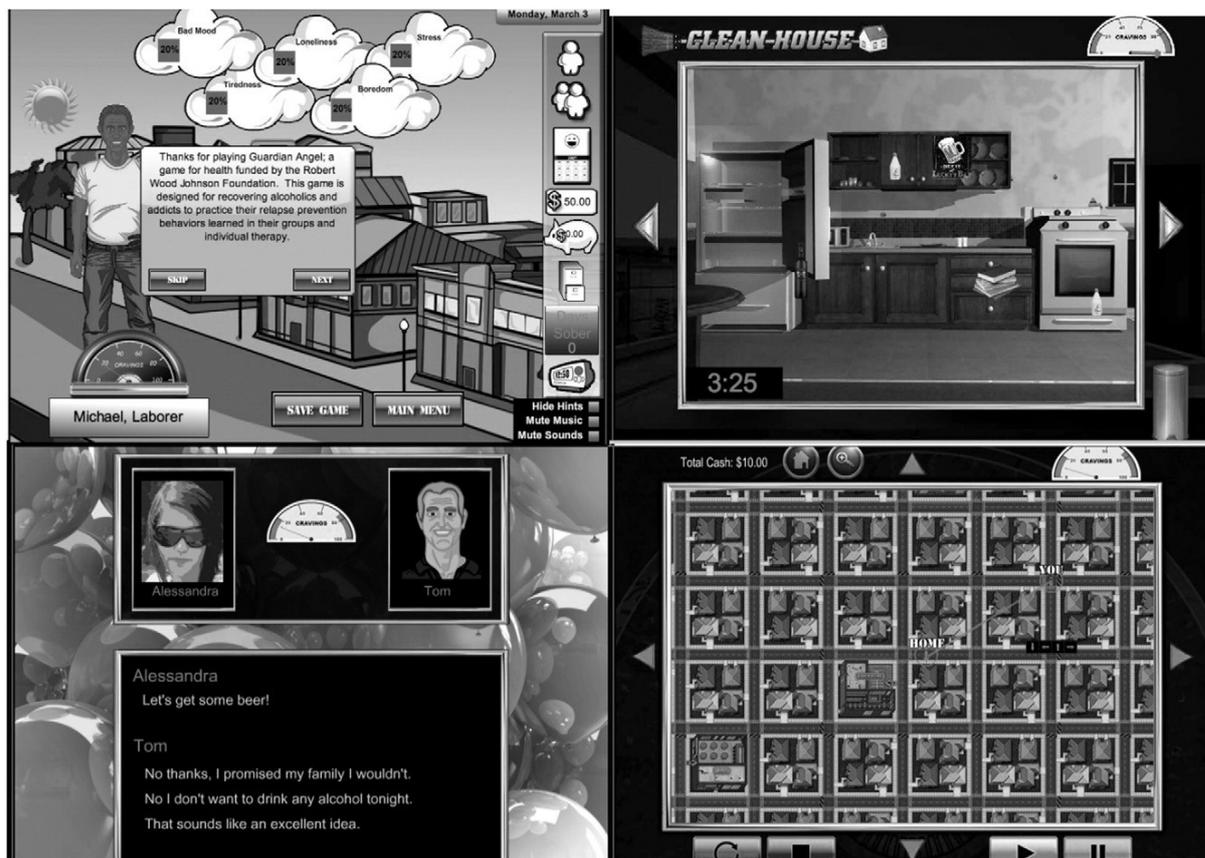


Image 5 : captures d'écran de *Guardian Angel*. Tiré de (77)

## F. Trouble Déficit de l'Attention Hyperactivité (TDAH)

Lim et collaborateurs ont développé un jeu utilisant une interface cerveau machine (ICM) pour la prise en charge du TDAH (78). Un enregistrement EEG permet de quantifier le niveau d'attention du sujet. Le participant peut ensuite moduler son niveau d'attention, ce qui a des conséquences directes sur le jeu proposé grâce à l'ICM. Au travers d'une interface ludique, le sujet s'entraîne donc à réguler son niveau d'attention avec un *feedback* de l'activité de son cerveau (enregistrement EEG).

Dans une étude pilote, 10 enfants ont bénéficié de 2 sessions hebdomadaires de 30 minutes pendant 10 semaines. Malgré l'amélioration des scores d'inattention à 10 semaines (dans l'évaluation par les parents et par les enseignants), cette amélioration n'était pas significative par rapport au groupe contrôle. Ceci est probablement dû au faible nombre de participants, et un essai de plus grande puissance devrait être réalisé prochainement. Le dispositif "*Play Attention*" propose le même type d'interface (79).



**Image 6:** dispositif utilisé dans l'étude de Lim et al. 2010. Tiré de (78).

<b>Etude</b>	<b>Pathologie</b>	<b>Population</b>	<b>Intervention</b>	<b>Critère principal</b>	<b>Résultat principal</b>
Brezinka V et al. 2008	Variées	8 à 20 ans	<i>Serious game</i>	Questionnaires thérapeutes / patients	Acceptabilité Thérapeutes et patients.
Walker et al. 2008	TDAH	-	<i>Serious game / Neurofeedback</i>	-	Description du dispositif
Coyle et al. 2009	Variées	N = 22 (adolescents de 10 à 16 ans)	<i>Serious game</i>	Questionnaires thérapeutes / patients	Intérêt pour améliorer la relation thérapeutique, la motivation du patient et la structuration des séances
Lim et al. 2010	TDAH	N = 10 (enfants 7 à 12 ans)	<i>Serious game / Neurofeedback</i>	<i>ADHD Rating Scale-IV</i>	Pas de différence significative avec le groupe contrôle
Tanaka et al. 2010	Reconnaissance des visages dans l'autisme	N=79 (groupe traitement n=42 VS groupe contrôle (liste d'attente) n=37)	<i>Serious game</i>	<i>Let's Face It! Skills battery</i>	Amélioration de la reconnaissance des visages
Fernandez-Aranda et al. 2012	Trouble du contrôle des impulsions	N=38 (patients n=24, sujets sains n=14)	<i>Serious game / Biofeedback</i>	Jouabilité, acceptabilité	Bonne jouabilité et acceptabilité chez patients et sujets sains
Merry et al. 2012	EDM d'intensité faible à modérée	N = 187 (adolescents âgés de 12 à 19 ans)	<i>Serious game</i>	<i>Children's depression rating scale-revised</i>	Non infériorité Vs traitement habituel
Rapela et al. 2012	Compétences sociales	-	<i>Serious game / Neurofeedback</i>	-	Description du dispositif
Verduin et al. 2013	Troubles liés à l'alcool	N = 41 (SG n = 19 ; Slides n = 22)	<i>Serious game</i>	<i>Obsessive Compulsive Drinking Scale (OCDS)</i> Rechute	Pas d'effet sur la rechute. Amélioration plus importante du score OCDS dans le groupe SG
Fagundo et al. 2013	Boulimie	N = 9	<i>Serious game / Biofeedback</i>	Echelles cliniques et mesures physiologiques	Amélioration de la régulation des émotions

**Tableau 3** : études évaluant un SG dans la prise en charge d'une pathologie psychiatrique

## .II. Serious gaming

Dans cette partie nous allons aborder les études évaluant l'utilisation du *serious gaming* dans la prise en charge de pathologies psychiatriques (voir **tableau 4**). Nous analyserons ces études selon la pathologie ciblée.

### A. Schizophrénie

Dans une lettre aux éditeurs publiée dans *Schizophrenia Research* en 2007 (80), Han et collaborateurs ont comparé l'impact du jeu vidéo à celui de regarder un film sur les symptômes positifs, les symptômes négatifs et les symptômes extrapyramidaux, chez 81 sujets souffrant de schizophrénie bénéficiant, par ailleurs, d'un traitement par antipsychotique de deuxième génération. Il était demandé aux 32 sujets du groupe "*serious gaming*" de jouer 4 jours par semaine (minimum 1h/jour ; maximum 2h/jour) pendant 8 semaines à des jeux vidéo sur Internet. Il s'agissait de jeux de stratégie (n=13), de jeux de pari (n=10) de jeux de rôle (n=6) et de jeux de tir (n=3). Après 8 semaines, la diminution du score des symptômes positifs évalués par la *Schedule for the Assessment of Positive Symptoms (SAPS)* était significativement plus élevée dans le groupe "*serious gaming*" avec un effet plus marqué sur les idées délirantes. Dans les 2 groupes, le score de symptômes extrapyramidaux évalués par la *Abnormal Involuntary Movement Scale (AIMS)* était significativement diminué après 8 semaines. Cependant, cette diminution était plus importante dans le groupe "*serious gaming*". Les auteurs suggèrent que ces effets pourraient être sous-tendus par l'activation importante du cortex préfrontal au cours des séances de jeux vidéo.

## B. Syndrome de Stress Post-Traumatique (SSPT)

L'étude de Holmes et collaborateur (81) s'est appuyée sur de récents travaux en neuropsychologie pour proposer l'utilisation du jeu *Tetris*® comme tâche de mémoire de travail visuo-spatiale, dans la prévention de la survenue de reviviscences type *flashbacks* dans le SSPT. Pour cela, les auteurs ont utilisé un paradigme expérimental validé utilisant un traumatisme par film en laboratoire comme modèle d'exposition à un traumatisme dans la vie réelle. Les sujets regardaient un film de 12 minutes avec des scènes traumatiques (blessures, morts violentes, etc.). Puis après une pause de 30 minutes, les participants étaient randomisés en 2 groupes : un groupe "*serious gaming*" au sein duquel les sujets devaient jouer à *Tetris*® pendant 10 minutes (n=20) et un groupe sans tâche donnée (n=20). Les sujets devaient ensuite remplir un calendrier évaluant la fréquence des *flashbacks* et étaient évalués, une semaine après l'exposition au traumatisme (*Impact of Events Scale*). De manière très intéressante, les *flashbacks* étaient significativement moins fréquents dans le groupe "*serious gaming*" mais les traces mnésiques du film traumatique étaient identiques dans les 2 groupes. D'après les auteurs, *Tetris*® pourrait donc constituer une forme de "vaccin cognitif" disponible facilement et de faible coût contre la survenue de *flashbacks* après exposition à un traumatisme.

Une autre étude a été réalisée par Holmes et collaborateurs (82). Le même protocole a été utilisé mais l'utilisation de *Tetris*® a été comparée à un autre jeu (*Pub Quiz*), mettant en évidence la spécificité de ce jeu pour diminuer significativement les *flashbacks*.

Walshe et al. ont proposé l'utilisation de jeux vidéos de conduite automobile (*London Racer*® (Davilex®), *Midtown Madness II*® (Microsoft®), *Rally Championship*®

(Packard Bell<sup>®</sup>) dans la prise en charge de la phobie de la conduite, dans un contexte de SSPT après un accident de la voie publique (83). Un dispositif combinant *serious gaming*, réalité virtuelle et *biofeedback* de fréquence cardiaque (FC) a ainsi été testé chez 7 patients au cours d'un essai ouvert. L'immersion et la présence des sujets (définie par une augmentation  $>3$  du score des *Subjective Units of Distress* (SUD) et/ou une augmentation de plus de 15 bpm du rythme cardiaque au cours d'une séance de simulation préliminaire d'une heure) était un critère d'inclusion pour cette étude. Pour les 7 patients inclus, on notait une amélioration des scores de détresse subjective, d'anxiété à la conduite et de dépression, après les 12 séances de la prise en charge. Les auteurs soulignent également, sans que cela ait toutefois pu être testé, que les patients traités réutilisaient leur véhicule, généralisant les compétences acquises au cours de la prise en charge.

## C. Dyslexie

Le *serious gaming* a également été proposé dans la prise en charge de la dyslexie (84). Dans une étude de Franceschini et collaborateurs, 2 groupes de 10 enfants souffrant de dyslexie ont bénéficié de 9 sessions de 80 minutes par jour, soit de jeux vidéo d'action soit de jeux vidéo d'autres types. Tous étaient des mini-jeux issus de *Rayman Raving Rabbids*® sur Wii® (Nintendo®). Les jeux ne contenaient donc aucun entraînement phonologique ou orthographique. Il a pu être montré que l'entraînement utilisant les jeux d'action (environ 12 heures au total) améliore largement les capacités de lecture des enfants souffrant de dyslexie. Les capacités attentionnelles de ces enfants étaient améliorées après l'entraînement par jeux vidéo d'action et on notait une corrélation avec l'amélioration des compétences de lecture (augmentation vitesse de lecture, sans en altérer la précision pour ce groupe). Il s'agit donc d'une piste prometteuse dans la prise en charge de cette pathologie.

<b>Etude</b>	<b>Pathologie</b>	<b>Populatio n</b>	<b>Intervention</b>	<b>Critère principal</b>	<b>Résultat principal</b>
Walshe et al. 2003	Phobie spécifique (conduite automobile)	N = 7	Réalité Virtuelle/ <i>Biofeedback</i> / <i>Serious gaming</i>	<i>Fear of Driving Inventory</i>	Amélioration clinique avant/après. Pas de groupe contrôle
Han et al. 2007	Schizophrénie: symptômes positifs	N = 81 ( <i>serious gaming</i> n = 32 VS contrôle n = 49)	<i>Serious gaming</i>	- <i>Schedule for the Assessment of Positive Symptoms</i> - <i>Abnormal Involuntary Movement Scale</i>	Amélioration significative score PANS corrélée à l'amélioration score AIMS
Holmes et al.2009	SSPT : reviviscences	N = 40 (Tetris n = 20 VS No-task n = 20)	<i>Serious gaming</i>	<i>Impact of Events Scale</i>	Diminution du score de flashbacks <i>Impact of Events Scale</i>
Holmes et al. 2010	SSPT : reviviscences	N = 60 (Tetris n = 20 ; no task n = 20 ; pub quizz n = 20)	<i>Serious gaming</i>	<i>Impact of Events Scale</i>	Diminution du score de flashbacks <i>Impact of Events Scale</i>
Franceschini et al. 2013	Dyslexie	N = 20 (Jeux vidéo d'action n = 10 Jeux vidéo non action n = 10)	<i>Serious gaming</i>	Rapport vitesse/ précision en tache de lecture	Amélioration des compétences en lecture et des capacités d'attention

**Tableau 4** : études évaluant le *serious gaming* dans la prise en charge des pathologies psychiatriques

## DISCUSSION

*“Metaphor is one of a group of problem-solving medicines known as figures of speech which are normally used to treat literal thinking and other diseases.”*

Grant Morrison, *The Filth*

## .I. Principaux résultats

Nous avons voulu, dans cette revue systématique de la littérature, décrire les diverses utilisations possibles du SG et du *serious gaming* dans le traitement des pathologies psychiatriques. Les résultats montrent que SG et *serious gaming* peuvent présenter un intérêt thérapeutique en psychiatrie, ceci pour la prise en charge de différentes pathologies.

Tout d'abord, le SG a pu montrer son intérêt, que ce soit dans le cadre de l'approche globale d'une pathologie, par exemple dans la dépression de l'adolescent avec *Sparx* (71) ou dans le cas d'une approche plus ciblée de certains symptômes comme le projet *Playmancer* (72) qui s'attache à améliorer le contrôle des émotions et des impulsions (dans des pathologies comme le jeu pathologique ou les troubles du comportement alimentaire).

Le *serious gaming* peut également s'inscrire dans ces deux démarches : approche globale dans la dyslexie (84) et dans la phobie spécifique (83) par exemple ou approche plus spécifique comme dans le travail de Holmes, ciblant les reviviscences dans le SSPT (81,82). Le *serious gaming* pourrait même être envisagé dans la prise en charge de certains effets secondaires comme les symptômes extrapyramidaux chez les patients souffrant de schizophrénie (80).

Cependant, malgré plusieurs résultats prometteurs, il apparaît au travers de ce travail que la plupart des données actuellement disponibles présentent un niveau de preuve assez faible. Bien que l'intérêt potentiel du SG soit actuellement très souvent mis en avant dans la littérature (on retrouve notamment de nombreuses lettres à l'éditeur qui évoquent le sujet dans la littérature internationale (85–87)), les essais contrôlés randomisés rigoureux sur le plan méthodologique sont rares. L'article

"*Brain on video games*" publié dans *Nature Reviews Neuroscience* présente le point de vue de 6 experts sur l'impact des jeux vidéo au niveau cognitivo-comportemental ainsi que sur les perspectives de leur utilisation dans la prise en charge des pathologies psychiatriques (20). Dans l'article intitulé "*Game On*" publié dans *Nature*, Ericka Check Hayden présente le travail de Michael Merzenich, professeur à l'Université de San Francisco. Celui-ci défend l'idée que les jeux vidéo pourraient avoir un intérêt majeur dans la prise en charge de certaines pathologies mentales, en particulier la schizophrénie. Pour cela, il se base sur des travaux ayant exploré la neuroplasticité, soutenant que même à l'âge adulte les circuits neuronaux peuvent être modifiés. Il propose donc, s'inspirant des programmes de remédiation cognitive dans la schizophrénie, un projet intitulé *Plasticity Assisted Cognitive Remediation* (PACR) (85) dont le principe reprend certains concepts de SG. Même si, à l'heure actuelle, le niveau de preuve de tels programmes est encore faible, les perspectives de traitements non pharmacologiques agissant sur des processus cognitifs plus élémentaires, dits de « bas niveau » (distinction fine de stimuli visuels ou auditifs par exemple) sont importantes. Cette approche innovante pourrait permettre de développer des stratégies de prise en charge moins focalisées sur la réduction des symptômes : c'est une action directe sur les processus cognitifs de bas niveau impliqués dans la schizophrénie qui est recherchée.

Malgré ces perspectives prometteuses, les études identifiées dans le cadre de cette revue systématique restent le plus souvent des études non contrôlées ou des présentations de cas et de projets dont l'efficacité n'a pas été rigoureusement testée.

## .II. Limites

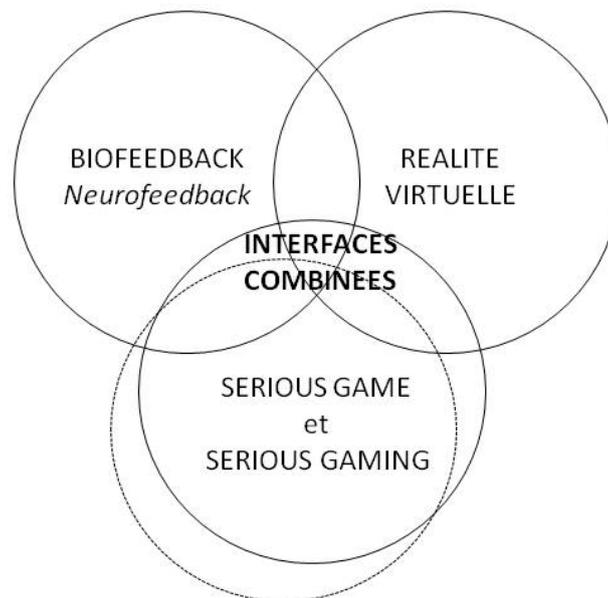
La principale limite pointée ici provient de l'hétérogénéité méthodologique des études incluses. En effet, l'hétérogénéité des critères principaux utilisés (inhérente à la variété des pathologies ciblées) rend extrêmement difficile l'extrapolation d'un résultat global même si la grande majorité des études identifiées mettent en évidence des résultats prometteurs.

Au niveau de la méthodologie des études incluses, certaines limites sont également fréquemment retrouvées. Parmi elles, la plus importante est la difficulté à mettre en place un bras contrôle, d'où le fait que bon nombre des travaux inclus ne sont pas contrôlés. Cette absence de groupe contrôle entraîne souvent un biais potentiel dans ces travaux avec un risque de partialité en faveur du SG chez les sujets participant à l'étude.

Un autre aspect qu'il est indispensable de souligner ici est la difficulté à définir rigoureusement le champ du SG. D'abord, au niveau sémantique, ce terme, actuellement très en vogue, n'est utilisé que depuis quelques années, alors que le concept en lui-même, est connu depuis plusieurs dizaines d'années. Un certain nombre de projets peuvent donc constituer des SG, sans avoir été qualifiés comme tel.

Ensuite, bien que plusieurs définitions aient été proposées, le champ du SG est parfois complexe à circonscrire dans le domaine de la psychiatrie. En effet, les différentes stratégies utilisant les nouvelles technologies comme le *neurofeedback* ou la réalité virtuelle, actuellement en plein développement, sont et seront de plus en plus utilisées au sein même des SG. Toutes ces techniques sont fréquemment combinées. Par exemple, des études en réalité virtuelle utilisent certaines interfaces

proches du jeu vidéo (88). Ceci aboutira probablement, dans les prochaines années, à des interfaces intégrant SG, *biofeedback* et réalité virtuelle (voir **figure 1**). L'apport du *biofeedback* notamment paraît prometteur et son utilisation au sein des projets utilisant SG ou *serious gaming* devrait être de plus en plus fréquent (e.g. (89,90)) : c'est le concept du BCI (*Brain Computer Interface*) -*serious game* (91).



**Figure 2** : interfaces combinées entre SG, *serious gaming*, *biofeedback* et réalité virtuelle

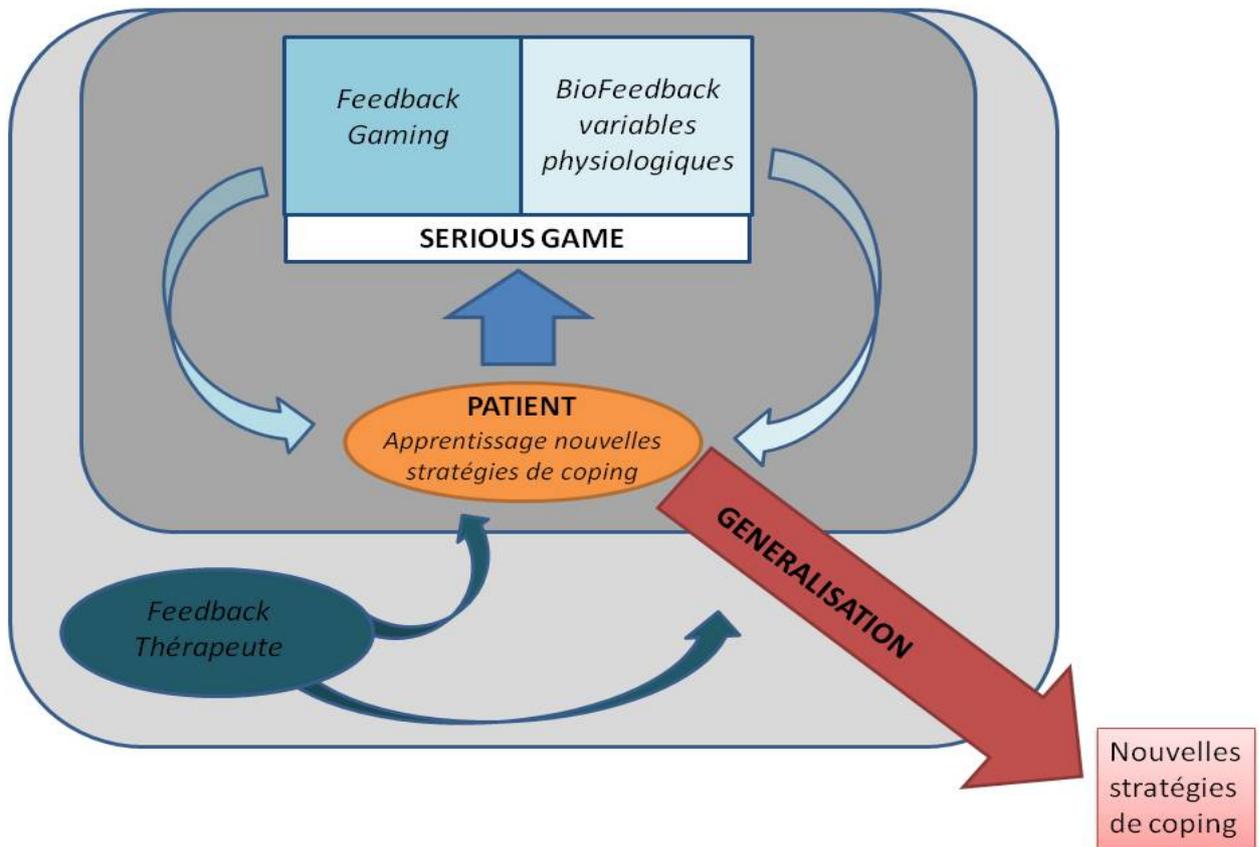
### .III. Proposition d'un modèle

A la lumière des résultats de cette revue de la littérature, nous allons tenter, dans cette partie, de modéliser le fonctionnement des SG et du *serious gaming*, dans le cadre de la prise en charge des pathologies psychiatriques.

Récemment, de nombreux travaux s'intéressant aux mécanismes neuronaux sous-tendant l'efficacité des psychothérapies ont pu mettre en évidence des modifications cérébrales structurales ou fonctionnelles en lien avec ce type de traitement (92). La plasticité cérébrale jouerait donc un rôle central dans l'efficacité de ces prises en charge. La plasticité cérébrale correspond à la capacité du système nerveux à s'adapter aux changements environnementaux internes et externes. Elle est sous-tendue par la formation de nouveaux neurones (neurogenèse), des remodelages structuraux (modification de la forme des cellules nerveuses) et fonctionnels (modification du réseau de connectivité des neurones). Elle joue un rôle crucial dans le développement cérébral mais également dans la genèse des troubles psychiatriques (93).

Bien qu'ils restent mal connus, les mécanismes cérébraux impliqués dans le cadre du jeu vidéo commencent à être identifiés (94). De façon non surprenante, les mécanismes de plasticité cérébrale sont également à l'œuvre chez le joueur. L'identification rigoureuse de ces mécanismes nous apparaît un enjeu majeur pour le développement de SG efficaces en matière de soins des patients souffrant de maladie psychiatrique (95). Les mécanismes de plasticité cérébrale pourraient en effet largement contribuer à l'apprentissage de nouvelles stratégies de *coping* pour les patients (96).

Il nous semble important, dans le cadre du développement de SG innovants et efficaces, de mieux comprendre dans quelle mesure ces nouvelles stratégies de *coping* peuvent se développer chez les patients. Le concept de *feedback* (i.e. boucle de rétroaction), qu'on peut définir comme l'action en retour d'un effet sur sa propre cause, nous apparaît central dans cette perspective. Nous proposons, dans un modèle généraliste de SG, l'identification de 3 niveaux de *feedback* au sein du dispositif, qui permettront au patient, à la fois de renforcer son sentiment d'auto-efficacité (97) mais surtout de développer des stratégies de *coping* alternatives dans le cadre des situations de stress (voir **figure 2**).



**Figure 3** : proposition d'un modèle de SG dans la prise en charge des pathologies psychiatriques

## A. Niveau de feedback 1 : l'interface du jeu

Ce premier niveau de *feedback* est le plus spécifique du SG puisqu'il s'agit de l'interface interactive du jeu : le *gaming*. La caractéristique principale du jeu vidéo, par rapport aux autres médias réside dans le fait que l'utilisateur est actif. En effet, par ses actions (variables selon le *gameplay*), le joueur va diriger un avatar et ainsi agir au sein de l'environnement du jeu. Ces actions auront des conséquences dans le jeu et le joueur va ensuite pouvoir, en tenant compte de ces informations, adapter sa façon de jouer. Selon le *feedback* renvoyé par le jeu, il est donc possible de renforcer ou au contraire d'atténuer certains comportements grâce à un système de récompenses/punitions.

Ce premier niveau de *feedback* basé sur le jeu est également indispensable puisque les aspects ludiques peuvent avoir un fort impact émotionnel et contribuer à renforcer largement la motivation du joueur (challenge, quête, *scoring*, progression dans les niveaux, etc.).

Ces aspects fondamentaux sont parfois oubliés dans certains SG utilisés en psychiatrie dans lesquels la dimension ludique est minime. Il ne s'agit plus alors de véritables SG mais plutôt de *game design* pour certaines psychothérapies (thérapie cognitive et comportementale par exemple).

## B. Niveau de feedback 2 : biofeedback et neurofeedback

Le *biofeedback* est une méthode non-invasive qui consiste à mesurer une variable, à présenter en temps réel l'enregistrement de cette variable au sujet et à lui demander d'agir sur cette variable. Le *neurofeedback* est une technique particulière de *biofeedback* dans laquelle la variable utilisée est l'activité neuronale (54,98). Les

participants apprennent donc à contrôler l'activité neuronale grâce au *feedback* en temps réel des mesures de l'activité de leur cerveau. Le *neurofeedback* a été développé au début des années 2000, basé dans un premier temps sur des enregistrements électro-encéphalographiques (EEG) essentiellement (99) mais est également possible actuellement en IRM fonctionnelle (IRMf).

Dans le cas du SG, il s'agit donc soit de techniques de *biofeedback* utilisant des variables facilement mesurables et pouvant être présentées en temps réel au patient (telles la fréquence cardiaque, la saturation en oxygène, la fréquence respiratoire, l'activité électrodermale, etc.) soit de techniques de *neurofeedback* utilisant l'EEG essentiellement dans les études actuelles, mais des protocoles avec *neurofeedback* par IRMf pourraient voir le jour dans les prochaines années.

Ce niveau de *feedback* n'entre pas strictement dans la définition du SG. Cependant, comme nous l'avons souligné précédemment, nous pensons que l'utilisation du *biofeedback* au sein du SG devrait se généraliser dans les années futures. Par ailleurs, l'efficacité du *biofeedback* a pu être montrée dans plusieurs pathologies psychiatriques comme le TDAH. Dans cette optique, des interfaces innovantes et ludiques, ont pu voir le jour dans ce domaine (100). Ainsi, les interfaces combinant SG et *neurofeedback* devraient être de plus en plus fréquentes et nous soutenons ici l'idée que le *biofeedback* devrait être considéré comme faisant partie intégrante des futurs SG utilisés en psychiatrie, d'où son intégration au sein de notre modèle.

### C. Niveau de feedback 3 : le thérapeute

Ce troisième niveau de *feedback* nous apparaît fondamental. En effet, les récentes méta-analyses visant à comparer l'efficacité des différents types de psychothérapie ont permis de mettre en évidence que le facteur le plus important dans l'efficacité d'une psychothérapie est l'interaction avec le thérapeute (101).

Nous pensons que le SG ne fait pas exception et l'accompagnement par un thérapeute nous semble également primordial dans le cadre d'une prise en charge utilisant le SG, ce qu'évoquent plusieurs auteurs travaillant sur le sujet (69). L'objectif du SG n'est en effet pas de se substituer au thérapeute (argument parfois mis en avant par certains praticiens rejetant massivement les outils thérapeutiques utilisant les nouvelles technologies), mais bien de constituer un outil complémentaire s'intégrant dans le cadre d'une prise en charge plus globale des patients afin d'enrichir la relation thérapeutique grâce à un nouveau média (102).

Le problème de la généralisation des compétences acquises dans le cadre du SG à l'environnement "réel" du patient cristallise cette problématique. Par exemple, les compétences professionnelles acquises par des chirurgiens dans le cadre d'un SG de formation leur permettront-elles de mieux opérer leur patients (103) ? Cette question qui concerne toute psychothérapie, prend une dimension largement plus importante pour les outils utilisant les nouvelles technologies (cette problématique est par exemple, bien connue des praticiens utilisant la thérapie en réalité virtuelle (104)). Le rôle du praticien dans cette généralisation nous paraît central, le thérapeute pouvant aider à l'identification de certaines stratégies de *coping*, renforcer certaines de ces stratégies, etc. Ainsi le rôle du thérapeute serait d'aider le patient à passer d'un "savoir-faire" acquis dans les conditions du jeu à un nouveau "savoir-être" dans la vie "réelle".

Par ailleurs, ce troisième niveau de *feedback* peut également avoir un impact sur le premier niveau. Le *feedback* du thérapeute se fait alors par l'intermédiaire même du jeu. En effet, le thérapeute peut moduler certains aspects du SG : modifier le niveau de difficulté, favoriser certaines stratégies chez le patient, etc.

De manière générale, même si nous avons choisi de présenter ces 3 niveaux de *feedback* séparément, ceux-ci interagissent également entre eux, pouvant se renforcer mutuellement.

## **.IV. Perspectives**

D'autres utilisations du SG en psychiatrie devront encore être évaluées, au delà de celles décrites dans ce travail. Ainsi, le SG a-t-il pu montrer son intérêt en psychoéducation dans le cadre des maladies chroniques. Cependant, en psychiatrie, ce type de SG reste rare et n'a pas été rigoureusement évalué. On peut toutefois citer le projet *Bipolife*<sup>®</sup> visant à améliorer l'éducation thérapeutique chez les patients souffrant de trouble bipolaire.

D'autres projets devront explorer les apports potentiels du SG dans la réhabilitation ou son utilisation chez les personnes à risque de développer certaines pathologies psychiatriques afin d'augmenter la résilience. L'utilisation des SG n'en est également qu'à ses balbutiements en *e-santé*.

Plusieurs interrogations devront être soulevées. Parmi elles, la question de l'âge des patients ciblés par ce type de prise en charge est centrale. Dans une étude de Raiff évaluant l'acceptabilité de stratégies basées sur les jeux vidéo dans l'arrêt du tabac, 63,7 % des participants pensaient qu'un programme d'arrêt basé sur le jeu vidéo pourrait motiver les fumeurs à arrêter et 67,9% auraient recommandé une telle intervention à quelqu'un qui essaie d'arrêter de fumer (105). Les SG ne seraient donc

pas réservés à un public adolescent. Dès lors, il serait indispensable d'identifier les spécificités de conception des SG selon le public ciblé.

La question de l'écart entre SG développés dans le domaine de la santé mentale et les jeux commerciaux à gros budget (les "*Blockbusters*") demeure également importante, influençant largement la motivation et l'immersion des joueurs, et par conséquent de manière indirecte, l'efficacité des SG. Le développement du *serious gaming* pourrait partiellement répondre à cette question. Il pourrait aussi être intéressant d'utiliser certains environnements virtuels développés dans le cadre des *blockbusters* en y apportant un certain nombre de modifications : c'est le principe du *Mod*. Cette limite permet en fait d'entrevoir les vastes possibilités du SG tant les *blockbusters* actuellement développés sont de plus en plus riches au niveau graphique, au niveau du *gaming* ou au niveau scénaristique (avec le développement de trames de narration non linéaires offrant au joueur une liberté d'action impressionnante). Ces progrès pourraient permettre de développer des SG offrant aux patients une thérapie de plus en plus "individualisée" avec des scénarios personnalisés, des tutoriels spécifiques, etc.

Ensuite, il nous apparaît fondamental de resituer ici le SG dans les débats actuels concernant les approches nosographiques des troubles psychiatriques. Nous pouvons par exemple citer les perspectives développées récemment au sein du *National Institute of Mental Health (NIMH)*. Le *NIMH* a lancé en 2009 un vaste projet visant à mettre en place une approche dimensionnelle dans la recherche en neurosciences et en psychiatrie, et *in fine*, de faciliter l'application des avancées théoriques en neurosciences à la recherche clinique et au traitement des pathologies mentales. Il s'agit du *Research Domain Criteria project (RDoC)* (106).

Cette démarche innovante devrait permettre d'envisager de nouvelles façons d'appréhender la physiopathologie des pathologies psychiatriques dans les années

futures, en sortant des grandes classifications internationales (*Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM)* et *International Classification of Diseases (ICD)*) utilisées jusqu'alors dans les travaux de recherche (107). Les approches catégorielles employées dans ces classifications semblent en effet avoir montré leurs limites, très probablement liées à l'hétérogénéité des grandes pathologies mentales décrites (108).

Nous soutenons ici l'idée que le SG pourrait constituer un outil thérapeutique s'inscrivant dans le cadre de ces approches dimensionnelles. S'intéresser à une dimension particulière retrouvée dans une ou plusieurs pathologies devrait en effet largement faciliter le développement de ces dispositifs (voir **Encadré** Trouble de personnalité Borderline et *serious game*). Le projet *Playmancer*, développé pour la prise en charge des troubles du contrôle des impulsions, constitue un bon exemple de cette approche (72).

**Encadré** : Trouble de personnalité *borderline* et *serious game*

Le trouble de la personnalité *borderline* ou limite est le plus fréquent des troubles de la personnalité. Il concernerait entre 0,5% et 5,9% de la population générale, 10% des patients suivis en psychiatrie ambulatoire, et 15 à 25% des patients hospitalisés en service de psychiatrie. Par définition, le trouble de personnalité *borderline* est particulièrement fréquent chez les sujets jeunes (109).

Au niveau clinique, le trouble de personnalité *borderline* est marqué par :

- des troubles affectifs : tendance à l'humeur dépressive
- des troubles cognitifs : sentiment de dépersonnalisation, de déréalisation, voire hallucinations
- des troubles du comportement liés à l'impulsivité : auto-mutilations, conduites sexuelles à risque, mises en danger, tentatives de suicide, etc.
- des difficultés dans les relations interpersonnelles : souvent intenses et instables avec de fréquentes ruptures

Il existe peu de traitements spécifiques de ce trouble à l'heure actuelle, en dehors de la thérapie dialectique comportement développée par M. Linehan et issue des thérapies cognitivo-comportementales, mais dont la mise en place pratique est complexe (110).

Nous pensons que le trouble de personnalité *borderline* se prête particulièrement à l'approche offerte par le SG.

D'une part, les patients sont généralement jeunes, l'impact des nouvelles technologies dans la prise en charge de ce trouble pourrait donc s'avérer majeur, renforçant l'adhésion à une prise en charge plus globale.

Ensuite, dans l'optique d'une approche dimensionnelle, les quatre grandes dimensions symptomatiques décrites plus haut pourraient constituer des objectifs clairement définis et transposables à un SG.

Enfin, les hypothèses relatives à la genèse de la personnalité *borderline*, selon lesquelles une balance entre facteurs environnementaux positifs et négatifs interagirait avec certains gènes impliqués dans la neuroplasticité ouvrent la voie à de nouveaux traitements pour ce trouble, parmi lesquels les SG pourraient avoir leur place (111).

Finalement, étant donné le développement exponentiel des études dans ce domaine, nous pensons que l'établissement de critères d'évaluation des SG en santé mentale est indispensable. Les trois niveaux de *feedback* décrits dans ce travail pourraient éventuellement en constituer le grand principe. Cela nous renvoie à la problématique du groupe contrôle dans les études évaluant l'efficacité des SG que nous avons abordée précédemment. Les futurs travaux devront permettre de définir quel type de contrôle pourra être utilisé pour chaque boucle de *feedback*.

Le **tableau 5** propose un certain nombre de recommandations pour les futurs travaux en ce qui concerne le SG en psychiatrie.

- Définir des critères d'évaluation pour les SG en psychiatrie
- Favoriser les essais contrôlés randomisés
- Caractériser les types de contrôles qui devront être utilisés pour chaque boucle de *feedback* (1/ interface du jeu, 2/ *biofeedback*, 3/ thérapeute)
- Identifier les spécificités de conception des SG selon le public ciblé
- Développer *serious gaming* et *mod*
- Définir des grands axes de développement pour les SG en psychiatrie : thérapeutique, psychoéducation, prévention, réhabilitation, etc.

**Tableau 5** : perspectives et recommandations pour les futurs travaux en ce qui concerne le SG en psychiatrie

## CONCLUSION

*« Hey, tell me the truth... Are we still in the game? »*

eXistenZ, David Cronenberg, 1999

Ce travail de revue systématique de la littérature sur l'intérêt des SG dans la prise en charge des pathologies psychiatriques, le premier disponible à ce jour sur le sujet, met en évidence des perspectives prometteuses. Dans de nombreuses pathologies psychiatriques, ces nouveaux supports pourraient en effet constituer des outils thérapeutiques extrêmement intéressants. Cependant, bien qu'il s'agisse d'un sujet très en vogue, rares sont les projets rigoureusement évalués et les applications en pratique clinique quotidienne restent, pour l'heure, anecdotiques.

Le modèle proposé dans ce travail, décrivant les 3 niveaux de *feedback* mis en jeu au cours de l'utilisation des SG, pourra constituer une base de réflexion pour l'élaboration des futurs projets.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

« *Thank You Mario, But Our Princess is in Another Castle !* »

Super Mario Bros<sup>®</sup>

1. Fraser AM, Padilla-Walker LM, Coyne SM, Nelson LJ, Stockdale LA. Associations between violent video gaming, empathic concern, and prosocial behavior toward strangers, friends, and family members. *J Youth Adolesc.* mai 2012;41(5):636- 649.
2. Karim R, Chaudhri P. Behavioral addictions: an overview. *J Psychoactive Drugs.* mars 2012;44(1):5- 17.
3. Gentile DA, Lynch PJ, Linder JR, Walsh DA. The effects of violent video game habits on adolescent hostility, aggressive behaviors, and school performance. *J Adolesc.* févr 2004;27(1):5- 22.
4. Petry NM, O'Brien CP. Internet gaming disorder and the DSM-5. *Addiction.* juill 2013;108(7):1186- 1187.
5. Van Rooij AJ, Schoenmakers TM, Vermulst AA, Van den Eijnden RJJM, Van de Mheen D. Online video game addiction: identification of addicted adolescent gamers. *Addiction.* janv 2011;106(1):205- 212.
6. Swing EL, Gentile DA, Anderson CA, Walsh DA. Television and video game exposure and the development of attention problems. *Pediatrics.* août 2010;126(2):214- 221.
7. Tear MJ, Nielsen M. Failure to demonstrate that playing violent video games diminishes prosocial behavior. *PLoS ONE.* 2013;8(7):e68382.
8. Mitrofan O, Paul M, Spencer N. Is aggression in children with behavioural and emotional difficulties associated with television viewing and video game playing? A systematic review. *Child Care Health Dev.* janv 2009;35(1):5- 15.
9. Oei AC, Patterson MD. Enhancing cognition with video games: a multiple game training study. *PLoS ONE.* 2013;8(3):e58546.
10. Granic I, Lobel A, Engels RCME. The Benefits of Playing Video Games. *Am Psychol.* 2 déc 2013;
11. Anguera JA, Boccanfuso J, Rintoul JL, Al-Hashimi O, Faraji F, Janowich J, et al. Video game training enhances cognitive control in older adults. *Nature.* 5 sept 2013;501(7465):97- 101.
12. Blumberg FC, Altschuler EA, Almonte DE, Mileaf MI. The impact of recreational video game play on children's and adolescents' cognition. *New Dir Child Adolesc Dev.* 2013;2013(139):41- 50.
13. Coyne SM, Padilla-Walker LM, Stockdale L, Day RD. Game on... girls: associations between co-playing video games and adolescent behavioral and family outcomes. *J Adolesc Health.* août 2011;49(2):160- 165.
14. Gentile DA, Anderson CA, Yukawa S, Ithori N, Saleem M, Ming LK, et al. The Effects of Prosocial Video Games on Prosocial Behaviors: International Evidence from Correlational, Longitudinal, and Experimental Studies. *Pers Soc Psychol Bull.* juin 2009;35(6):752- 763.
15. Prot S, McDonald KA, Anderson CA, Gentile DA. Video games: good, bad, or other? *Pediatr Clin North Am.* juin 2012;59(3):647- 658, viii.
16. Wertham F. *Seduction of the innocent.* Rinehart; 1972. 438 p.
17. Carter R, Lester D. PERSONALITIES OF PLAYERS OF DUNGEONS AND DRAGONS. *Psychological Reports.* févr 1998;82(1):182- 182.

18. Saleem M, Anderson CA, Gentile DA. Effects of Prosocial, Neutral, and Violent Video Games on College Students' Affect. *Aggress Behav.* 1 mai 2012;
19. Gentile DA, Stone W. Violent video game effects on children and adolescents. A review of the literature. *Minerva Pediatr.* déc 2005;57(6):337- 358.
20. Bavelier D, Green CS, Han DH, Renshaw PF, Merzenich MM, Gentile DA. Brains on video games. *Nat Rev Neurosci.* déc 2011;12(12):763- 768.
21. Wolf MJ. *Encyclopedia of video games: the culture, technology, and art of gaming Vol one, Vol one.*, Santa Barbara, CA [etc.]: Greenwood Press; 2012.
22. Ionifides C. *Gamification: The Application of Game Design in Everyday Life.* [Copenhagen, Denmark]: IT University; 2011.
23. Prensky M. Digital Natives, Digital Immigrants Part 1. *On the Horizon.* 1 sept 2001;9(5):1- 6.
24. Alvarez J. *Du jeu vidéo au serious game : approches culturelle, pragmatique et formelle* [Internet]. Toulouse 2; 2007 [cité 5 janv 2014]. Disponible sur: <http://www.theses.fr/2007TOU20077>
25. Kasbi Y. *Les Serious Games: Une Révolution.* Edipro; 2012. 306 p.
26. Sanchez E, Ney M, Labat J-M. Jeux sérieux et pédagogie universitaire: de la conception à l'évaluation des apprentissages. *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire.* 2011;2(2):48- 57.
27. Dale E. *Audiovisual methods in teaching.* Dryden Press; 1969. 748 p.
28. Natkin S. Du ludo-éducatif aux jeux vidéo éducatifs. *Les dossiers de l'ingénierie éducative.* 2009;65:12- 5.
29. Aberkane I. Détournement du jeu vidéo à des fins pédagogiques : l'affect, l'acquisition de règle et la comp réhension d'un système de règle. *CIEAEM 57 - Italy;* 2005.
30. Diehl LA, Souza RM, Alves JB, Gordan PA, Esteves RZ, Jorge MSLG, et al. InsuOnline, a Serious Game to Teach Insulin Therapy to Primary Care Physicians: Design of the Game and a Randomized Controlled Trial for Educational Validation. *JMIR Res Protoc.* 2013;2(1):e5.
31. Lieberman DA. Video games for diabetes self-management: examples and design strategies. *J Diabetes Sci Technol.* juill 2012;6(4):802- 806.
32. Brown SJ, Lieberman DA, Germeny BA, Fan YC, Wilson DM, Pasta DJ. Educational video game for juvenile diabetes: results of a controlled trial. *Med Inform (Lond).* mars 1997;22(1):77- 89.
33. Primack BA, Carroll MV, McNamara M, Klem ML, King B, Rich M, et al. Role of video games in improving health-related outcomes: a systematic review. *Am J Prev Med.* juin 2012;42(6):630- 638.
34. Taylor MJD, McCormick D, Shawis T, Impson R, Griffin M. Activity-promoting gaming systems in exercise and rehabilitation. *J Rehabil Res Dev.* 2011;48(10):1171- 1186.
35. Kueider AM, Parisi JM, Gross AL, Rebok GW. Computerized cognitive training with older adults: a systematic review. *PLoS ONE.* 2012;7(7):e40588.

36. Jalink MB, Goris J, Heineman E, Pierie JPEN, Ten Cate Hoedemaker HO. Construct and concurrent validity of a Nintendo Wii video game made for training basic laparoscopic skills. *Surg Endosc.* 6 sept 2013;
37. Middleton KK, Hamilton T, Tsai P-C, Middleton DB, Falcone JL, Hamad G. Improved nondominant hand performance on a laparoscopic virtual reality simulator after playing the Nintendo Wii. *Surg Endosc.* nov 2013;27(11):4224- 4231.
38. Ou Y, McGlone ER, Camm CF, Khan OA. Does playing video games improve laparoscopic skills? *Int J Surg.* 2013;11(5):365- 369.
39. Giannotti D, Patrizi G, Di Rocco G, Vestri AR, Semproni CP, Fiengo L, et al. Play to become a surgeon: impact of Nintendo Wii training on laparoscopic skills. *PLoS ONE.* 2013;8(2):e57372.
40. Akl EA, Mustafa R, Slomka T, Alawneh A, Vedavalli A, Schünemann HJ. An educational game for teaching clinical practice guidelines to Internal Medicine residents: development, feasibility and acceptability. *BMC Med Educ.* 2008;8:50.
41. Fox R, Walker JJ, Draycott TJ. Medical simulation for professional development--science and practice. *BJOG.* nov 2011;118 Suppl 3:1- 4.
42. Guise V, Chambers M, Välimäki M. What can virtual patient simulation offer mental health nursing education? *J Psychiatr Ment Health Nurs.* juin 2012;19(5):410- 418.
43. Costa e Silva JA. Personalized medicine in psychiatry: new technologies and approaches. *Metab Clin Exp.* janv 2013;62 Suppl 1:S40- 44.
44. Anderson PL, Price M, Edwards SM, Obasaju MA, Schmertz SK, Zimand E, et al. Virtual reality exposure therapy for social anxiety disorder: a randomized controlled trial. *J Consult Clin Psychol.* oct 2013;81(5):751- 760.
45. Tworus R, Szymanska S, Ilnicki S. A soldier suffering from PTSD, treated by controlled stress exposition using virtual reality and behavioral training. *Cyberpsychol Behav Soc Netw.* févr 2010;13(1):103- 107.
46. Gerardi M, Cukor J, Difede J, Rizzo A, Rothbaum BO. Virtual reality exposure therapy for post-traumatic stress disorder and other anxiety disorders. *Curr Psychiatry Rep.* août 2010;12(4):298- 305.
47. Gregg L, Tarrier N. Virtual reality in mental health : a review of the literature. *Soc Psychiatry Psychiatr Epidemiol.* mai 2007;42(5):343- 354.
48. Yellowlees PM, Holloway KM, Parish MB. Therapy in virtual environments--clinical and ethical issues. *Telemed J E Health.* sept 2012;18(7):558- 564.
49. De Carvalho MR, Freire RC, Nardi AE. Virtual reality as a mechanism for exposure therapy. *World J Biol Psychiatry.* mars 2010;11(2 Pt 2):220- 230.
50. Bellani M, Fornasari L, Chittaro L, Brambilla P. Virtual reality in autism: state of the art. *Epidemiol Psychiatr Sci.* sept 2011;20(3):235- 238.
51. Freeman D. Studying and treating schizophrenia using virtual reality: a new paradigm. *Schizophr Bull.* juill 2008;34(4):605- 610.
52. Leff J, Williams G, Huckvale MA, Arbuthnot M, Leff AP. Computer-assisted therapy for medication-resistant auditory hallucinations: proof-of-concept study. *Br J Psychiatry.* juin 2013;202:428- 433.

53. Larsen S, Sherlin L. Neurofeedback: an emerging technology for treating central nervous system dysregulation. *Psychiatr Clin North Am.* mars 2013;36(1):163- 168.
54. Sulzer J, Haller S, Scharnowski F, Weiskopf N, Birbaumer N, Blefari ML, et al. Real-time fMRI neurofeedback: progress and challenges. *Neuroimage.* 1 août 2013;76:386- 399.
55. Micoulaud-Franchi J-A, Fakra E, Cermolacce M, Vion-Dury J. Vers une nouvelle déclinaison de la neurophysiologie clinique en psychiatrie : le neurofeedback par imagerie par résonance magnétique fonctionnelle appliqué aux dysfonctions des processus émotionnels. *Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology.* avr 2012;42(3):79- 94.
56. Lofthouse N, Arnold LE, Hurt E. Current status of neurofeedback for attention-deficit/hyperactivity disorder. *Curr Psychiatry Rep.* oct 2012;14(5):536- 542.
57. Micoulaud-Franchi J-A, Bat-Pitault F, Cermolacce M, Vion-Dury J. Neurofeedback dans le trouble déficit de l'attention avec hyperactivité : de l'efficacité à la spécificité de l'effet neurophysiologique. *Annales Médico-psychologiques, revue psychiatrique.* avr 2011;169(3):200- 208.
58. Valdagno M, Goracci A, di Volo S, Fagiolini A. Telepsychiatry: new perspectives and open issues. *CNS Spectr.* 2 janv 2014;1- 3.
59. Kilbourne AM. E-health and the transformation of mental health care. *Psychiatr Serv.* nov 2012;63(11):1059.
60. Hilty DM, Ferrer DC, Parish MB, Johnston B, Callahan EJ, Yellowlees PM. The effectiveness of telemental health: a 2013 review. *Telemed J E Health.* juin 2013;19(6):444- 454.
61. Demeulemeester M, Amad A, Bubrovsky M, Pins D, Thomas P, Jardri R. What is the real effect of 1-Hz repetitive transcranial magnetic stimulation on hallucinations? Controlling for publication bias in neuromodulation trials. *Biol Psychiatry.* 15 mars 2012;71(6):e15- 16.
62. Berlim MT, Van den Eynde F, Jeff Daskalakis Z. Clinically meaningful efficacy and acceptability of low-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) for treating primary major depression: a meta-analysis of randomized, double-blind and sham-controlled trials. *Neuropsychopharmacology.* mars 2013;38(4):543- 551.
63. Petersen AF, Garrigues P, Roquefeuil G. Jeu et activité créatrice : le jeu en tant que résolution de problème chez l'animal et l'enfant. *Le Jeu, l'enfant.* Expansion scientifique française. Paris; 1984. p. 55- 105.
64. Immelmann K. *Introduction to Ethology*, 1980, 237 pages with 91 figures. Plenum Press;
65. Klein M, J. B. *La psychanalyse des enfants.* Paris: Presses Universitaires de France; 2004.
66. Winnicott DW, Monod C. *Jeu et réalité: l'espace potentiel.* [Paris]: Gallimard; 2006.
67. Leroux Y. Le jeu vidéo comme support d'une relation thérapeutique. *Adolescence.* 2009;(3):699- 709.

68. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, PRISMA Group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Ann Intern Med.* 18 août 2009;151(4):264- 269, W64.
69. Brezinka V. Treasure Hunt - a serious game to support psychotherapeutic treatment of children. *Stud Health Technol Inform.* 2008;136:71 - 76.
70. Coyle D, Doherty G, Sharry J. An evaluation of a solution focused computer game in adolescent interventions. *Clin Child Psychol Psychiatry.* juill 2009;14(3):345- 360.
71. Merry SN, Stasiak K, Shepherd M, Frampton C, Fleming T, Lucassen MFG. The effectiveness of SPARX, a computerised self help intervention for adolescents seeking help for depression: randomised controlled non-inferiority trial. *BMJ.* 2012;344:e2598.
72. Fernández-Aranda F, Jiménez-Murcia S, Santamaría JJ, Gunnard K, Soto A, Kalapanidas E, et al. Video games as a complementary therapy tool in mental disorders: PlayMancer, a European multicentre study. *J Ment Health.* août 2012;21(4):364- 374.
73. Claes L, Jiménez-Murcia S, Santamaría JJ, Moussa MB, Sánchez I, Forcano L, et al. The facial and subjective emotional reaction in response to a video game designed to train emotional regulation (Playmancer). *Eur Eat Disord Rev.* nov 2012;20(6):484- 489.
74. Fagundo AB, Santamaría JJ, Forcano L, Giner-Bartolomé C, Jiménez-Murcia S, Sánchez I, et al. Video game therapy for emotional regulation and impulsivity control in a series of treated cases with bulimia nervosa. *Eur Eat Disord Rev.* nov 2013;21(6):493- 499.
75. Tanaka JW, Wolf JM, Klaiman C, Koenig K, Cockburn J, Herlihy L, et al. Using computerized games to teach face recognition skills to children with autism spectrum disorder: the Let's Face It! program. *J Child Psychol Psychiatry.* août 2010;51(8):944- 952.
76. Rapela J, Lin T-Y, Westerfield M, Jung T-P, Townsend J. Assisting autistic children with wireless EOG technology. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.* 2012;2012:3504- 3506.
77. Verduin ML, LaRowe SD, Myrick H, Cannon-Bowers J, Bowers C. Computer simulation games as an adjunct for treatment in male veterans with alcohol use disorder. *J Subst Abuse Treat.* mars 2013;44(3):316- 322.
78. Lim CG, Lee T-S, Guan C, Sheng Fung DS, Cheung YB, Teng SSW, et al. Effectiveness of a brain-computer interface based programme for the treatment of ADHD: a pilot study. *Psychopharmacol Bull.* 2010;43(1):73- 82.
79. Walker JM, Bardos AN. Test and product review: Freer, P. (2003). *Play Attention interactive learning tool.* Asheville, NC: Unique Logic and Technology Inc. *J Atten Disord.* sept 2008;12(2):191- 193.
80. Han DH, Renshaw PF, Sim ME, Kim JI, Arenella LS, Lyoo IK. The effect of internet video game play on clinical and extrapyramidal symptoms in patients with schizophrenia. *Schizophr Res.* août 2008;103(1-3):338- 340.
81. Holmes EA, James EL, Coode-Bate T, Deerprouse C. Can playing the computer game « Tetris » reduce the build-up of flashbacks for trauma? A proposal from cognitive science. *PLoS ONE.* 2009;4(1):e4153.

82. Holmes EA, James EL, Kilford EJ, Deeprose C. Key steps in developing a cognitive vaccine against traumatic flashbacks: visuospatial Tetris versus verbal Pub Quiz. *PLoS ONE*. 2010;5(11):e13706.
83. Walshe DG, Lewis EJ, Kim SI, O'Sullivan K, Wiederhold BK. Exploring the use of computer games and virtual reality in exposure therapy for fear of driving following a motor vehicle accident. *Cyberpsychol Behav*. juin 2003;6(3):329- 334.
84. Franceschini S, Gori S, Ruffino M, Viola S, Molteni M, Facchetti A. Action video games make dyslexic children read better. *Curr Biol*. 18 mars 2013;23(6):462- 466.
85. Hayden EC. Treating schizophrenia: Game on. *Nature*. 1 mars 2012;483(7387):24- 26.
86. Croal N. This is serious fun. *Newsweek*. 27 sept 2004;144(13):77.
87. Limb M. Digital technologies offer new ways to tackle mental health problems. *BMJ*. 2012;345:e5163.
88. Malbos E, Mestre DR, Note ID, Gellato C. Virtual reality and claustrophobia: multiple components therapy involving game editor virtual environments exposure. *Cyberpsychol Behav*. déc 2008;11(6):695- 697.
89. Bouchard S, Bernier F, Boivin E, Morin B, Robillard G. Using biofeedback while immersed in a stressful videogame increases the effectiveness of stress management skills in soldiers. *PLoS ONE*. 2012;7(4):e36169.
90. Edmonds WA, Tenenbaum G, Mann DTY, Johnson M, Kamata A. The effect of biofeedback training on affective regulation and simulated car-racing performance: a multiple case study analysis. *J Sports Sci*. mai 2008;26(7):761 - 773.
91. Sung Y, Cho K, Um K. A development architecture for serious games using BCI (brain computer interface) sensors. *Sensors (Basel)*. 2012;12(11):15671- 15688.
92. Linden DEJ. How psychotherapy changes the brain--the contribution of functional neuroimaging. *Mol Psychiatry*. juin 2006;11(6):528- 538.
93. Cramer SC, Sur M, Dobkin BH, O'Brien C, Sanger TD, Trojanowski JQ, et al. Harnessing neuroplasticity for clinical applications. *Brain*. juin 2011;134(Pt 6):1591- 1609.
94. Kühn S, Gallinat J. Amount of lifetime video gaming is positively associated with entorhinal, hippocampal and occipital volume. *Mol Psychiatry*. 20 août 2013;
95. Green CS, Bavelier D. Exercising your brain: a review of human brain plasticity and training-induced learning. *Psychol Aging*. déc 2008;23(4):692- 701.
96. Bavelier D, Green CS, Pouget A, Schrater P. Brain plasticity through the life span: learning to learn and action video games. *Annu Rev Neurosci*. 2012;35:391- 416.
97. Kato PM, Cole SW, Bradlyn AS, Pollock BH. A Video Game Improves Behavioral Outcomes in Adolescents and Young Adults With Cancer: A Randomized Trial. *Pediatrics*. 8 janv 2008;122(2):e305- e317.
98. Weiskopf N. Real-time fMRI and its application to neurofeedback. *Neuroimage*. 15 août 2012;62(2):682- 692.
99. Birbaumer N, Ramos Murguialday A, Weber C, Montoya P. Chapter 8 Neurofeedback and Brain-Computer Interface: Clinical Applications. In: Luca Rossini; Dario Izzo; Leopold Summerer, éditeur. *International Review of*

- Neurobiology [Internet]. Academic Press; 2009 [cité 15 mai 2014]. p. 107- 117. Disponible sur: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S007477420986008X>
100. Parente A, Parente R. Mind-operated devices: mental control of a computer using biofeedback. *Cyberpsychol Behav.* févr 2006;9(1):1- 4.
101. Horvath AO. The alliance. *Psychotherapy: Theory, Research, Practice, Training.* 2001;38(4):365- 372.
102. Wilkinson N, Ang RP, Goh DH. Online video game therapy for mental health concerns: a review. *Int J Soc Psychiatry.* juill 2008;54(4):370- 382.
103. Rosser JC Jr, Lynch PJ, Cuddihy L, Gentile DA, Klonsky J, Merrell R. The impact of video games on training surgeons in the 21st century. *Arch Surg.* févr 2007;142(2):181- 186; discussion 186.
104. Jalink MB, Goris J, Heineman E, Pierie J-PEN, Ten Cate Hoedemaker HO. The effects of video games on laparoscopic simulator skills. *Am J Surg.* 26 mars 2014;
105. Raiff BR, Jarvis BP, Rapoza D. Prevalence of video game use, cigarette smoking, and acceptability of a video game-based smoking cessation intervention among online adults. *Nicotine Tob Res.* déc 2012;14(12):1453- 1457.
106. Research Domain Criteria (RDoC) [Internet]. Disponible sur: <http://www.nimh.nih.gov/research-priorities/rdoc/index.shtml>
107. Casey BJ, Craddock N, Cuthbert BN, Hyman SE, Lee FS, Ressler KJ. DSM-5 and RDoC: progress in psychiatry research? *Nat Rev Neurosci.* 18 oct 2013;14(11):810- 814.
108. Goldberg D. The overlap between the common mental disorders--challenges for classification. *Int Rev Psychiatry.* déc 2012;24(6):549- 555.
109. Leichsenring F, Leibing E, Kruse J, New AS, Leweke F. Borderline personality disorder. *Lancet.* 1 janv 2011;377(9759):74- 84.
110. Bohus M, Haaf B, Simms T, Limberger MF, Schmahl C, Unckel C, et al. Effectiveness of inpatient dialectical behavioral therapy for borderline personality disorder: a controlled trial. *Behaviour Research and Therapy.* mai 2004;42(5):487- 499.
111. Amad A, Ramoz N, Thomas P, Jardri R, Gorwood P. Genetics of borderline personality disorder: systematic review and proposal of an integrative model. *Neurosci Biobehav Rev.* mars 2014;40:6- 19.

**AUTEUR : Nom :** FOVET

**Prénom :** Thomas

**Date de Soutenance :** 23 juin 2014

**Titre de la Thèse :** Serious game et psychiatrie

**Thèse - Médecine - Lille 2014**

**Cadre de classement :** Psychiatrie Adulte

**DES :** Psychiatrie

**Mots-clés :** *serious game*, *serious gaming*, jeu vidéo, pathologies psychiatriques, psychothérapie, *feedback*

## **Résumé :**

### **Contexte :**

Les *serious games* (SG) sont des applications informatiques visant à combiner des aspects sérieux avec des ressorts ludiques issus du jeu vidéo. Le développement récent des nouvelles technologies dans le domaine de la santé mentale permet d'envisager à ces nouveaux supports, une application dans la prise en charge des pathologies psychiatriques.

### **Méthode :**

Nous avons réalisé en mai 2014 une recherche des études explorant l'utilisation du SG dans la prise en charge des pathologies psychiatriques. Les publications ont été recensées à partir de la base de données électronique PubMed grâce à une équation de recherche associant les termes *Medical Subject Headings* (Mesh) suivant : "*video games*", "*mental disorders*", "*psychotherapy*".

### **Résultats :**

Sur 413 articles identifiés par l'équation de recherche, seules 15 références pertinentes ont été retenues d'après nos critères d'inclusion. Ces 15 études identifiées mettent en évidence un intérêt certain des SG et du *serious gaming* (l'utilisation de jeux vidéo existant avec des objectifs sérieux) pour la prise en charge des pathologies psychiatriques. Cependant, la plupart des données actuellement disponibles présentent un niveau de preuve assez faible et les études contrôlées randomisées sont rares.

### **Conclusion :**

Les perspectives d'utilisation du SG pour la prise en charge des pathologies psychiatriques sont prometteuses et pourront s'inscrire dans le cadre des approches dimensionnelles développées actuellement. De plus, afin de faciliter la mise en place des futurs travaux sur le sujet, nous proposons, dans un modèle généraliste de SG, l'identification de 3 niveaux de *feedback* au sein du dispositif : 1/ interface du jeu, 2/ *biofeedback*, 3/ *feedback* du thérapeute. Enfin, des recommandations pour les futurs projets de SG en psychiatrie sont proposées.

## **Composition du Jury :**

**Président :** Monsieur le Professeur Pierre THOMAS

**Assesseurs :** Monsieur le Professeur Guillaume VAIVA, Monsieur le Docteur Renaud JARDRI, Monsieur le Docteur Ali AMAD