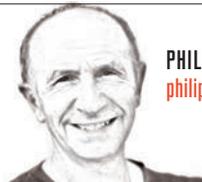




VALERIA MANERA
valeria.manera@univ-cotedazur.fr



PHILIPPE ROBERT
philippe.robert@univ-cotedazur.fr

EN DÉBAT

Le recours aux *serious games* dans le champ de la santé se développe mais dans quels domaines et avec quelle efficacité ?

Apport des *serious games* dans les troubles neuropsychiatriques

Un *serious game* est défini comme une application informatique,¹ dont l'intention initiale est de combiner, avec cohérence, à la fois des aspects sérieux (*serious*) tels que l'enseignement ou la communication, mais aussi le soin, avec des ressorts ludiques issus du jeu vidéo (*game*). Dans le domaine de la santé, les *serious games* sont utilisés à la fois pour la formation, l'évaluation et la stimulation. Il est possible de distinguer les jeux cognitifs impliquant uniquement les processus cognitifs comme l'apprentissage, l'attention, la concentration, et les *exergames* (*v. infra*) qui impliquent une activité physique.

Dans cet article, les différents champs d'utilisation des *serious games* sont illustrés par des exemples venant des pathologies neuropsychiatriques qui sont le domaine d'expertise de l'équipe de recherche CoBteK (*Cognition Behaviour Technology*) de l'université Côte d'Azur², mais le principe peut être facilement généralisé à d'autres pathologies.

Jeux pour la formation des soignants et du public

Au niveau de la formation, l'objectif est d'essayer d'enseigner, d'apprendre d'une manière ludique des informations sur une pathologie. Les *serious games* sont de véritables applications d'apprentissage par le jeu. De nombreuses études³ indiquent que l'usage des *serious games* améliore l'apprentissage et la compétence des étudiants ou des personnels dans des domaines très variés (banque, marketing, militaire, gestion du stress). Bien sûr, dans chaque cas les scénarios d'apprentissage doivent tenir compte des caractéristiques individuelles des apprenants, par exemple l'âge ou les connaissances antérieures sur le sujet de la formation. Les *serious games* utilisent aussi un certain nombre de principes communs comme l'utilisation de la motivation et des renforcements positifs ou l'utilisation positive des erreurs. En effet, pour le système éducatif, se tromper était rarement considéré d'une manière positive. Pourtant, des recherches en neurosciences ont montré que le cerveau apprend grâce à l'erreur. Le

CoBteK lab, université Côte d'Azur, association IA, CHU Nice, institut Claude-Pompidou, Nice, France.

P. Robert déclare des liens ponctuels avec Lundbeck, Roche, Genious Healthcare et Interactive 4D.

V. Manera déclare n'avoir aucun lien d'intérêts.

Les jeux présentés dans cet article sont issus de travaux de recherche et d'études cliniques menés dans le cadre de programmes de recherche supportés par l'université Côte d'Azur, la CEE (programmé FP7), la CNSA, l'association France Alzheimer, en partenariat avec des industriels du jeu (Interactive 4D, Genious Healthcare).

cerveau fait en permanence des prédictions. Ces prédictions sont issues d'hypothèses et de l'expérience acquise lors des observations du sujet au cours d'activités précédentes. C'est cette expérience qui conduit à une meilleure efficacité dans les comportements dirigés vers un but. L'utilisation dans le domaine de la santé est illustrée pour les soignants professionnels avec le *serious game* « EHPAD'Panic » destiné à la formation du personnel des établissements d'hébergement pour personnes âgées dépendantes (EHPAD) à la gestion des troubles du comportement.⁴ Il peut aussi s'adresser à des aidants familiaux comme le jeu proposé sur le site Aidant & Eve qui a pour objectif de mieux expliquer la maladie d'Alzheimer aux familles.⁴ Enfin, le jeu peut s'adresser directement au patient afin de mieux comprendre la maladie mais surtout pour proposer des solutions pour évaluer les symptômes. Dans cet esprit, les *serious games* peuvent aussi avoir un rôle de prévention en s'adressant à des populations de sujets à risque de développer telle ou telle pathologie.

Jeux pour l'évaluation d'un trouble

Au niveau de l'évaluation, les *serious games* sont des outils complémentaires au service des cliniciens dans leur démarche diagnostique.

Les applications sont nombreuses pour l'évaluation des performances cognitives.² Dans ce domaine, le laboratoire Neuroscape aux États-Unis a été la première équipe de recherche à publier en 2013 dans la célèbre revue *Nature*⁵ un article sur les *serious games* dans le vieillissement. Par exemple, l'ACE⁶, pour « *adaptive cognitive evaluation* », évalue plusieurs dimensions du contrôle cognitif, comme l'attention ou la mémoire de travail. Cette application utilise plusieurs grands principes des *serious games* tels que des graphismes immersifs, des commentaires motivants, avec une interface conviviale pour l'utilisateur. Le jeu d'évaluation peut aussi avoir pour cible des troubles du comportement, des émotions ou de la motivation. Le but est ici d'apporter des informations objectives qui peuvent compléter ce qui est rapporté au cours d'un entretien clinique. Par exemple, l'application MoTAP⁷,

ÉTUDES UTILISANT DES SERIOUS GAMES DANS LE CADRE DES APPROCHES NON PHARMACOLOGIQUES DE LA MALADIE D'ALZHEIMER

| | MinWii | Kitchen and cooking | X-Torp | Game Show | MeMo |
|--|---|--|---|---|---|
| Articles scientifiques | Beneviste <i>et al.</i> (2012) | Manera <i>et al.</i> (2015) | Ben-Sadoun <i>et al.</i> (2016) | Savulich <i>et al.</i> (2017) | Robert <i>et al.</i> , in press (2020) |
| Type de jeu | Jeu cognitif | Jeu cognitif | <i>Exergame</i> | Jeu cognitif | Jeu cognitif |
| Type d'étude | Faisabilité | Faisabilité | Faisabilité | Étude randomisée | Étude randomisée |
| Jeu pour qui ? | Senior avec maladie d'Alzheimer de stade léger à modéré | Senior avec trouble cognitif léger à modéré | Senior avec trouble cognitif léger à modéré | Senior avec trouble cognitif léger principalement de type amnésique | Senior avec troubles cognitifs mineur et majeur |
| Quel est la cible clinique du jeu ? | Augmenter l'estime de soi | Entraînement des fonctions exécutives et des praxies | Entraîner les fonctions cognitives et l'activité physique dans un contexte émotionnel positif | Entraîner la mémoire épisodique | Entraîner la mémoire épisodique, l'attention, la concentration |
| Où le jeu doit-il être utilisé ? | | Centre de consultation, EHPAD | Centre de consultation | Centre de consultation | À domicile, centre de consultation |
| Avec qui le jeu doit-il être utilisé ? | | Clinicien ou à domicile | Clinicien | Clinicien | Seul |
| Quand, avec quelle fréquence le jeu doit-il être utilisé ? | | 1 fois par semaine minimum | 3 fois par semaine | 8 sessions de 1 heure 2 à 3 fois par semaine | 4 sessions de 30 minutes par semaine |
| Durée de l'entraînement | | 4 semaines | 5 semaines | 4 semaines | 12 semaines d'intervention et évaluation à moyen terme 12 semaines après la fin de l'intervention |
| Nombre de participants | 7 | 21 | 18 | 42 | 46 |

Tableau 1. EHPAD : établissement d'hébergement pour personnes âgées dépendantes.

pour « motivation application », est un outil simple permettant de mieux connaître, quantifier les intérêts d'un individu et contribuer au diagnostic de l'apathie, qui est un trouble très fréquent dans la maladie d'Alzheimer et les pathologies associées.

Jeux pour la stimulation cognitive

Au niveau thérapeutique, les *serious games* vont très probablement devenir des outils de plus en plus importants dans de nombreuses pathologies. Si l'on prend l'exemple d'un centre mémoire, chaque année de très nombreuses personnes viennent pour un dépistage de trouble cognitif. Bien heureusement, pour beaucoup d'entre elles le bilan ne met pas en évidence de troubles majeurs. Cependant, la question est fréquemment posée : comment entretenir sa mémoire, ses processus attentionnels ? L'adressage vers

un psychologue, un orthophoniste ou un groupe de stimulation cognitive n'est pas toujours possible. Une alternative développée par l'association IA et l'équipe de recherche CoBTeK pour le centre mémoire du centre hospitalier universitaire de Nice a été de développer une application gratuite, MeMo[®], pour « *memory motivation* », qui propose sous forme de jeu des activités stimulant différents processus cognitifs avec une adaptation du niveau de difficultés aux performances de l'utilisateur. Ce type d'outils est aussi intéressant car il permet au patient lors d'une consultation de suivi de partager sur les performances réalisées et au praticien de personnaliser si nécessaire la prescription des exercices. À ce jour, en novembre 2019, 9 654 comptes ont été créés et 327 838 parties ont été jouées. Les résultats d'une étude randomisée seront publiés en 2020.

X-TORP : LES ÉTAPES DE DÉVELOPPEMENT D'UN SERIOUS GAME POUR LA SANTÉ

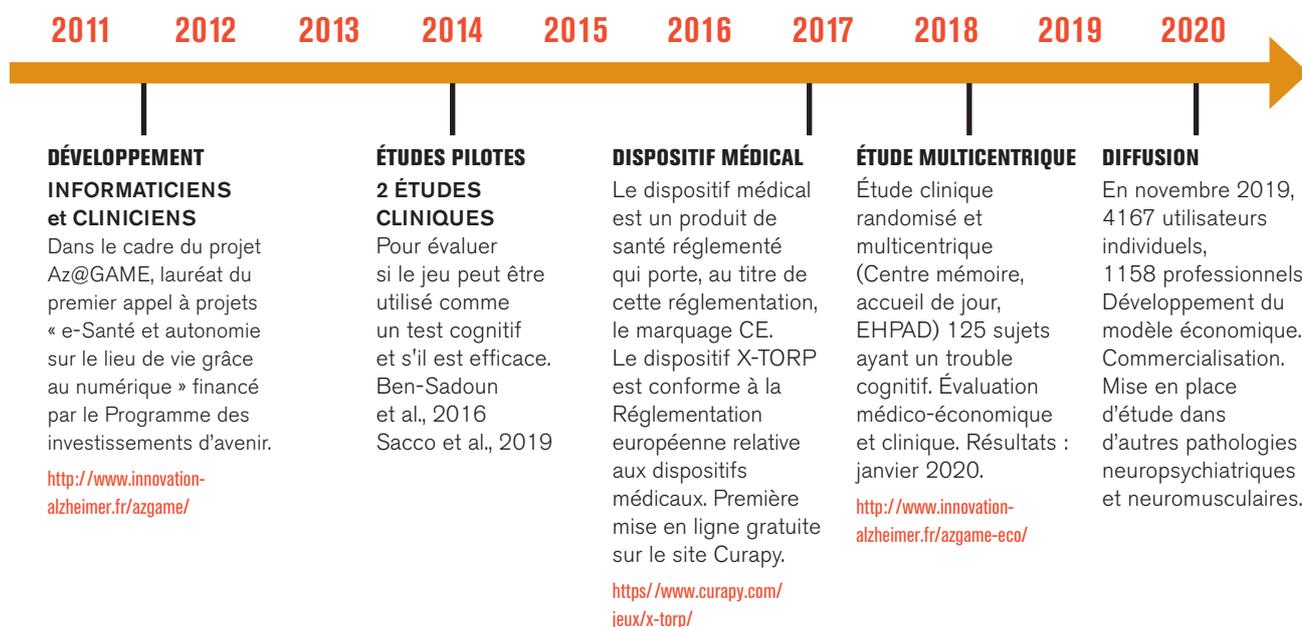
LE JEU : la planète est recouverte par les mers et les océans. Seules émergent une vingtaine d'îles qui étaient autrefois les principales villes et mégapoles de la planète. Apprenez à maîtriser votre bâtiment et naviguez où bon vous semble sur les mers du globe. Gérer vos ressources, achetez des marchandises et défendez-vous des contrebandiers !

COMMENT JOUER :

Avec un thérapeute, 2 à 3 fois par semaine pendant 30 min

Pour déplacer le navire le joueur doit marcher, se baisser, utiliser les membres supérieurs

Pour gérer ces ressources il doit utiliser sa mémoire, son attention concentration au cours de nombreux mini jeux qui sont proposés entre les périodes d'activité physique



Jeux impliquant une activité physique

À côté de ce type d'application qui peut être utilisée seule par le patient, il existe d'autres *serious games* qui ont un profil différent et nécessitent souvent l'intervention d'un thérapeute. Ces jeux appelés *exergames* ont pour cible l'activité motrice mais aussi les cognitions. L'objectif est de proposer une activité physique adaptée aux difficultés du patient. Par exemple, le jeu Toap run^h a pour objectif de participer à la rééducation des troubles de l'équilibre chez les patients ayant une maladie de Parkinson. Un autre jeu, X-Torp, a surtout été utilisé chez les patients souffrant d'une maladie d'Alzheimer ou une pathologie associée.⁴ Ce jeu est présenté dans l'**encadré ci-dessus** qui illustre les différentes étapes de développement nécessaires avant la diffusion d'un *serious game* en santé.

Mais sont-ils efficaces ?

Même si ces jeux suscitent beaucoup d'intérêt, les études cliniques sur la faisabilité et l'efficacité de ces outils dans des populations atteintes de troubles cognitifs sont encore peu nombreuses. Le **tableau 1** présente plusieurs études récentes dans le cadre des approches non pharmacologiques de la maladie d'Alzheimer. Cette situation devrait évoluer rapidement car il est essentiel, si l'on souhaite disposer d'un label type dispositif médical pour les *serious games*, d'avoir plus d'information sur leur efficacité. Par exemple, pour l'application MeMo évoquée précédemment, l'étude clinique qui est en cours de soumission répond aux standards habituels d'une étude clinique : présence d'un groupe contrôle, randomisation, définition de critères d'efficacité et utilisation d'instruments d'évaluation.

FORCES ET FAIBLESSES, OPPORTUNITÉS ET MENACES SUR L'UTILISATION DES SERIOUS GAMES CHEZ DES PERSONNES AYANT UNE MALADIE D'ALZHEIMER OU UNE PATHOLOGIE APPARENTÉE

| Forces | Faiblesses |
|--|---|
| <p>Amélioration de la validité écologique</p> <p>Stabilité et contrôle des stimulus et des conditions de tests</p> <p>Feedback des performances en temps réel</p> <p>Fourniture et contrôle d'indices (permet de donner des indices aux joueurs de façon contrôlée)</p> <p>Auto-évaluation et pratique indépendante</p> <p>Interfaces adaptées au déficit de l'utilisateur</p> <p>Enregistrement simultané de l'activité et de sa quantification</p> <p>Proposer un environnement sécurisé</p> <p>Le jeu renforce la motivation</p> <p>Environnements peu onéreux pouvant être dupliqués</p> | <p>Les défis des interfaces : les méthodes d'interaction ; fils et affichage (branchement de fils et problème de connexions)</p> <p>Processus d'ingénierie pas encore mature</p> <p>Manque de compatibilité</p> <p>Utilisation difficile</p> <p>Effets secondaires (par exemple, vertiges quand la personne est confrontée à une réalité virtuelle)</p> |
| Opportunités | Menaces |
| <p>Progrès de la technologie : puissance de l'intégration graphique-vidéo ; appareils et fils ; analyse des données en temps réel</p> <p>Industrie des jeux</p> <p>Attractivité pour le public</p> <p>Acceptation académique et professionnelle</p> <p>Rapprochement entre communautés techniques, scientifiques et cliniques</p> <p><i>Serious games</i>, outils pour la recherche</p> <p>Télé-rééducation</p> | <p>Manque d'analyses coûts-bénéfices</p> <p>Effets secondaires et impossibilité pour une raison physique ou sensorielle de les utiliser (surtout dans le cas de la réalité virtuelle)</p> <p>Problèmes éthiques-confidentialité</p> <p>Idee que les <i>serious games</i> remplacent les professionnels</p> <p>Attentes irréalistes</p> |

Tableau 2.

Des forces et des faiblesses

Le **tableau 2** présente une analyse SWOT (*strength, weakness, opportunity, threat*) qui regroupe d'une manière synthétique les forces, les faiblesses, les opportunités et les menaces associées au développement des *serious games*.⁵ Ces recommandations sont valables pour l'ensemble des pathologies neuropsychiatriques et, par exemple, tout à fait adaptées aux développements d'outils pour les enfants. Les *serious games* peuvent donc être considérés comme des outils complémentaires au service des soignants. C'est aussi une façon pour le patient et sa famille de réaliser d'une manière autonome des activités cognitives ou physiques qui peuvent contribuer à améliorer des symptômes. Dans cet esprit, ils sont aussi un outil de prévention important. Aussi bien pour le soin que pour la prévention, la règle principale pour obtenir une efficacité est la pratique régulière. C'est une règle partagée avec de très nombreuses rééducations. Encore faut-il la rappeler. 📌

Pour les *serious game* en pédiatrie, v. l'encadré, page ci-contre.

NOTES

- <http://www.innovation-alzheimer.fr/cobtek/>
- Cf. pour revue : Philippe Cohard, L'apprentissage dans les serious games : proposition d'une typologie. <https://www.cairn.info/revue-@grh-2015-3-page-11.htm>
- <https://www.curapy.com/jeux/ehpad-panic/>
- <http://www.aidant-et-eve.fr/>
- <https://neuroscape.ucsf.edu/technology/#ace>
- <http://www.innovation-alzheimer.fr/motivation-application/>
- <http://www.memory-motivation.org/home-2/>
- <https://www.curapy.com/jeux/toap-run/>

RÉFÉRENCES

- Alvarez J. Du jeu vidéo au serious game : approches culturelle, pragmatique et formelle. Toulouse : thèse 2007.
- Vallejo V, Wyss P, Rampa L, et al. Evaluation of a novel serious game based assessment tool for patients with Alzheimer's disease. *PLoS one* 2018;12:e0175999.
- Anguera JA, Boccanfuso J, Rintoul JL, et al. Video game training enhances cognitive control in older adults. *Nature* 2013;501:97-101.
- Ben-Sadoun G, Sacco G, Manera V, et al. Physical and cognitive stimulation using an exergame in subjects with normal aging, mild and moderate cognitive impairment. *J Alzheimers Dis* 2016;53:1299-314.
- Robert PH, König A, Andrieu S, et al. Recommendations for ICT use in Alzheimer's disease assessment: Monaco CTAD expert meeting. *J Nutr Health Aging* 2013;17:653-60.

FOCUS ENSEIGNER LA RECONNAISSANCE DES ÉMOTIONS CHEZ DES ENFANTS AYANT DES TROUBLES AUTISTIQUES À L'AIDE D'UN *SERIOUS GAME*

Les troubles du spectre de l'autisme sont caractérisés par des troubles socio-communicatifs et des comportements répétitifs et stéréotypés. Il est classique d'admettre que les enfants ayant ces troubles ont une intelligence non verbale¹ avec des pics de compétences dans les domaines logique et visuel et un déficit de compréhension sociale (reconnaissance des émotions² et théorie de l'esprit). Ainsi, ce déséquilibre entre les dimensions logique et sociale contribue probablement à leur intérêt pour les nouvelles technologies.³

Nous avons développé, dans le cadre d'un projet collaboratif, un *serious game* nommé JeStiMuLE (jeu pour la stimulation multisensorielle des enfants avec troubles du spectre de l'autisme), ayant pour objectif d'enseigner la reconnaissance des émotions à une population d'enfants ayant des troubles du spectre autistique hétérogène sur le plan clinique (langage et cognition), en utilisant les points forts de ces enfants et en contournant leurs difficultés de langage et de communication.⁴ À cet effet, le jeu inclut différentes innovations : un code couleur pour la reconnaissance des émotions,⁵ des stimulations tactiles associées aux émotions, un environnement de jeu sans consigne orale et fondé sur une compréhension visuelle, une progression structurée dans le jeu avec des indicateurs visuels et un apprentissage implicite.⁶

Ce *serious game* comprend une phase d'apprentissage (fig. 1) de la reconnaissance des émotions primaires (joie, colère, tristesse, surprise, dégoût et peur) à partir des visages et des gestes avatars et une phase d'expérimentation (fig. 2 et 3) qui est une mise en situation en réalité virtuelle de la reconnaissance des émotions dans une grande diversité de contextes sociaux.

Pour évaluer le jeu, une étude⁴ a été menée sur 33 enfants et adolescents ayant un trouble du spectre autistique, âgés de 6 à 17 ans, au Centre ressources autisme PACA Nice (Fondation Lenval). Les enfants, accompagnés d'un soignant, ont joué à JeStiMuLE 2 fois par semaine durant 4 semaines. Les résultats ont montré que ce jeu était intrinsèquement motivant pour la plupart des joueurs (81%), adapté au profil des utilisateurs du fait des différentes modalités de réponses (code couleur, mots émotionnels, expressions idiomatiques) incluses dans le jeu (100%). De plus, 91% des participants ont été en capacité de jouer efficacement et 73% de finir le jeu durant le temps imparti. Enfin, l'étude a montré que ces enfants ont amélioré de façon significative la reconnaissance des émotions non seulement sur les avatars du jeu mais également sur des photos non vues dans le jeu (généralisation des apprentissages). L'utilisation des *serious games* apparaît ainsi pertinente pour ce type de population, et ils viennent progressivement prendre une place au sein de la diversité des moyens de remédiation cognitive destinés aux enfants ayant un trouble du spectre autistique. 📌

SYLVIE SERRET

Service de psychiatrie, Hôpitaux pédiatriques de Nice CHU-Lenval, Nice, France
serret.s@pediatrie-chulnval-nice.fr

S. Serret déclare n'avoir aucun lien d'intérêts.

* Partenaires de ce projet collaboratif : CEA List (Leader), CHU de Nice (Centre ressources autisme PACA, antenne de Nice CHU-Lenval), Idées3com, université Nice Sophia Antipolis, HLP Technologies.
 Financement : appel à projets de la DGCS « Serious Gaming » (2009).



Figure 1. Phase d'apprentissage des émotions sur visage et gestes des avatars du jeu.



Figure 2. Phase d'expérimentation avec le code couleur pour la reconnaissance des émotions.



Figure 3. Phase d'expérimentation avec le choix d'action.

RÉFÉRENCES

1. Dawson M, Soulières I, Gernsbacher MA, Mottron L. The level and nature of autistic intelligence. *Psychol Sci* 2007;18:657-62.
2. Harms MB, Martin A, Wallace GL, Martin A. Facial emotion recognition in autism spectrum disorders: a review of behavioural and neuroimaging studies. *Neuropsychol Rev* 2010;20:290-322.
3. Gynspan O, Weiss PL, Perez-Diaz F, Gal E. Innovative technology-based interventions for autism spectrum disorders: a meta-analysis. *Autism* 2014;18:346-61.
4. Serret S, Hun S, Iakimova G, et al. Facing the challenge of teaching emotions to individuals with low- and high-functioning autism using a new serious game: a pilot study. *Molecular Autism* 2014;5(37):1-17. doi:10.1186/2040-2392-5-37
5. Plutchik R. *Emotion: Theory, Research, and Experience*. Volume 1, Theories of Emotion. New York: Academic Press, 1980.
6. Kourkoulou A, Leekam SR, Findlay JM. Implicit learning of local context in autism spectrum disorder. *J Autism Dev Disord* 2012;42:244-56.