
Projet TERAPACE : Évaluation de l'expérience utilisateur d'un exergame de Réalité Augmentée pour la rééducation cognitivo-motrice d'enfants et d'adolescents atteints de lésions cérébrales

Maxime Balloufaud*¹, Arnaud Boujut^{1,2}, Romain Marie², Mireille Belle Mbou³, Laurent Fourcade^{1,4}, Julia Hamonet-Torny³, and Anaïck Perrochon¹

¹Univ. Limoges, HVAE, UR 20217, F-87000 Limoges, France – Université de Limoges – France

²3iL Ingénieurs, Limoges, France – 3iL Groupe – France

³Centre Hospitalier Esquirol Limoges, Limoges, France – CH Esquirol [Limoges] – France

⁴Pediatric Surgery Division, University Hospital, CHU de Limoges, Limoges, France – CHU Limoges – France

Résumé

Introduction : Les enfants atteints de lésions cérébrales sont nombreux et présentent des troubles moteurs, souvent accompagnés de déficiences associées, telles que des altérations de la perception, des fonctions cognitives et exécutives (Rosenbaum et al., 2007; Sadozai et al., 2024; Salazar-Torres et al., 2024). Malgré ces besoins complexes, l'accès aux services de rééducation reste un défi majeur en 2025, en raison de difficultés d'accessibilité et de problématiques d'inclusion, limitant les prises en charge adaptées. De plus, les programmes de rééducation traditionnels pour les enfants atteints de Paralyse Cérébrale (PC) ou de Lésions Cérébrales Acquises (LCA) se concentrent principalement sur l'amélioration des capacités motrices, souvent au détriment des troubles associés, notamment cognitifs (Uhre et al., 2024). Basés sur des exercices répétitifs, ces programmes sont fréquemment perçus comme fastidieux et peu motivants notamment à partir de l'adolescence. Pour essayer de remédier à ces problématiques, les technologies de réalité étendue (XR), notamment la réalité augmentée (RA) et la réalité virtuelle (RV), proposent des solutions plus engageantes grâce aux jeux d'exercices (i.e. exergames) (Maggio et al., 2024). Toutefois, à ce jour, aucun exergame en RA ne prend simultanément en compte les aspects cognitifs et moteurs. Le développement de tels exergames exige une approche méthodologique rigoureuse, en particulier lorsqu'ils reposent sur des technologies émergentes comme la RA. Le cadre MIDE (Multidisciplinary Iterative Design of Exergames), que nous adoptons, repose sur une conception participative impliquant les utilisateurs dès les premières étapes de conception (Li et al., 2020). Cette approche vise à optimiser l'interface et à valider les mécanismes de jeu par une évaluation de l'expérience utilisateur (UX), avant d'évaluer l'efficacité du dispositif. Objectif : Cette étude vise à évaluer l'UX de nos exergames en RA, composés de deux jeux (AR Corsi et AR Zoo), chez des enfants et adolescents atteints de PC ou de LCA.

Méthode : Des jeunes atteints de PC ou de LCA ont participé à deux séances d'une heure et demie, espacées d'au maximum une semaine. Lors de chaque séance, ils ont joué à l'un des

*Intervenant

deux exergames, AR Corsi ou AR Zoo, à l'aide du casque Microsoft HoloLens 2. Ces jeux ont été conçus pour solliciter à la fois les fonctions exécutives et les compétences motrices à travers des tâches de navigation. L'UX a été évaluée après chaque session à l'aide des mesures suivantes : System Usability Scale (SUS) pour l'utilisabilité, TAM (pré et post utilisation) pour l'acceptation, Attrakdiff pour l'attractivité et la qualité perçue du jeu, MeCue pour l'expérience émotionnelle, IMI pour la motivation, ainsi que RPE-C pour la fatigue mentale et physique avant et après la session.

Résultats : 29 participants (12 PC / 17 LCA, $11,8 \pm 1,6$ ans) ont participé à l'étude. Les scores SUS indiquent une bonne utilisabilité ($\approx 78 / 100$). Les dimensions du TAM étaient supérieures à la valeur théorique de l'échelle fixée à 4 avant et après utilisation ($P < 0,001$), avec une amélioration notable de l'intention d'utilisation (AR Corsi) et de la facilité d'utilisation (AR Zoo) ($P < 0,05$). Les résultats d'Attrakdiff ont montré des scores favorables, compris entre 1 et 3 pour l'attractivité globale, la qualité pragmatique, l'identité et la stimulation des deux jeux. Le module MeCue a révélé des scores supérieurs à la valeur théorique de l'échelle fixée à 4 ($P < 0,001$). Les 3 dimensions de l'IMI étaient supérieures à la valeur théorique de l'échelle fixée à 4 ($P < 0,05$), tandis que la dimension Pression/Tension était inférieure à 4 ($P < 0,001$). La fatigue physique ($P < 0,01$) et mentale ($P < 0,001$) ont augmenté après l'exposition aux jeux. Aucune différence significative n'a été observée entre les jeux.

Discussion / Conclusion : Cette étude montre que notre exergame, constitué de deux jeux en RA, est convivial et bien perçu par les enfants atteints de lésions cérébrales, suscitant une forte acceptation, motivation, émotions positives et un attrait général. Bien que certains enfants aient exprimé de la fatigue, l'évaluation positive de l'UX confirme la pertinence et l'efficacité des mécanismes et du contenu des jeux. Ces résultats soulignent également l'importance d'impliquer les jeunes utilisateurs dans le développement d'outils de rééducation. Les perspectives de recherche incluent désormais l'évaluation de l'efficacité de notre dispositif tant sur le plan moteur que cognitif.